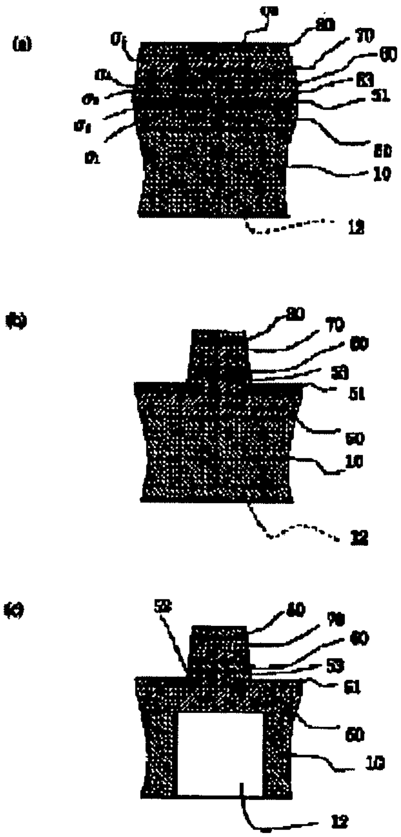
ACTUATOR, INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

Publication number: JP2000025225
Publication date: 2000-01-25
Inventor: SAKAI MARI; YAZAKI SHIRO; SHIMADA KATSUTO; TAKAHASHI TETSUJI
Applicant: SEIKO EPSON CORP
Classification:
- international: *B41J2/045; B41J2/055; H01L41/09;* **B41J2/045; B41J2/055; H01L41/09**; (IPC1-7): B41J2/045; B41J2/055; H01L41/09
- European:
Application number: JP19980195282 19980710
Priority number(s): JP19980195282 19980710

Report a data error here

Abstract of **JP2000025225**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an actuator in which the piezoelectric characteristics of a piezoelectric layer is enhanced, and ink jet recording head and an ink jet recorder. SOLUTION: The actuator comprises a piezoelectric oscillator having a piezoelectric layer 70 formed on one side of a substrate defining a cavity through a resilient film 50 wherein the piezoelectric characteristics of the piezoelectric layer 70 is enhanced by setting the stress being applied thereto when a driving power is loaded to the piezoelectric oscillator equivalent to the stress being applied to the piezoelectric layer 70 at the time of film formation or higher than that in the tensile direction.



Data supplied from the ***esp@cenet*** database - Worldwide

(19)日本国特許庁（ＪＰ）

(12) **公 開 特 許 公 報**（Ａ）

(11)特許出願公開番号
特開2000－25225
（P2000－25225A）

(43)公開日　平成12年１月25日(2000.1.25)

(51)Int.Cl.^{7}	識別記号	ＦＩ		テーマコード゛(参考)
Ｂ４１Ｊ　2/045		Ｂ４１Ｊ　3/04	１０３Ａ	２Ｃ０５７
2/055		Ｈ０１Ｌ　41/08	Ｃ	
Ｈ０１Ｌ　41/09				

審査請求　未請求　請求項の数16　ＯＬ　(全 16 頁)

(21)出願番号	特願平10－195282
(22)出願日	平成10年７月10日(1998.7.10)
(71)出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(72)発明者	酒井　真理 長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(72)発明者	矢崎　士郎 長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(74)代理人	100101236 弁理士　栗原　浩之

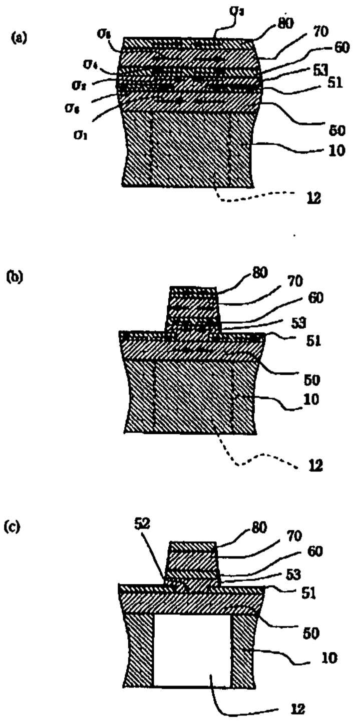
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　アクチュエータ装置及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置

(57)【要約】

【課題】　圧電体層の圧電特性を向上したアクチュエータ装置及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置を提供する。

【解決手段】　キャビティを画成した基板の一方面側に弾性膜５０を介して圧電体層７０を含む圧電振動子を具備するアクチュエータ装置において、前記圧電振動子に駆動力が負荷される際の前記圧電体層７０の応力が、前記圧電体層７０の成膜時の応力と同等か又は引張り方向に大きいことにより、圧電体層７０の圧電特性が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　キャビティを画成した基板の一方面側に弾性膜を介して圧電体層を含む圧電振動子を具備するアクチュエータ装置において、
前記圧電振動子に駆動力が負荷される際の前記圧電体層の応力が、前記圧電体層の成膜時の応力と同等か又は引張り方向に大きいことを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項２】　請求項１において、前記キャビティに対向する領域の前記圧電振動子が、前記キャビティを画成したときに、前記圧電体層側に凸に撓んでいることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項３】　請求項１又は２において、前記弾性膜及び前記弾性膜上に形成され前記圧電振動子を構成する下電極からなる振動板の膜張力は、前記キャビティに対向する領域内の前記圧電振動子を構成する前記圧電体層及びその上に形成された上電極からなる圧電体能動部に対向する領域の膜張力が、前記圧電体能動部に対向する領域以外の膜張力よりも、相対的に圧縮側に小さいことを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項４】　請求項１～３の何れかにおいて、前記弾性膜は圧縮応力を有し、当該弾性膜の一部が薄いか又は形成されていない凹部を有することを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項５】　請求項４において、前記凹部は、前記弾性膜の前記圧電振動子に対向する領域に設けられていることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項６】　請求項４において、前記凹部は、前記弾性膜の少なくとも前記圧電振動子の幅方向両側の腕部に対向する領域に設けられていることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項７】　請求項１～６の何れかにおいて、前記圧電体層上に形成されている前記上電極が、圧縮応力を有することを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項８】　請求項１～７の何れかにおいて、前記弾性膜は、少なくとも前記腕部に引張応力を持つ引張り膜を有し、当該引張り膜の前記腕部の間には、該引張り膜の厚さが薄いか又は該引張り膜が形成されていない溝部を有することを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項９】　請求項１～８の何れかにおいて、前記圧電振動子を構成する前記下電極及び前記上電極の何れか一方が前記キャビティに対向する領域にパターニングされ、当該パターニングされた電極の幅方向両側で且つ当該圧電振動子を構成する前記圧電体層表面に一対の第２の電極を有することを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項１０】　請求項１～９の何れかにおいて、前記下電極と前記圧電体層と前記上電極とからなり且つ前記下電極及び前記上電極の何れか一方が前記キャビティに対向する領域にパターニングされた第１の圧電振動子と、この第１の圧電振動子の幅方向両側に設けられ且つその当該第１の圧電振動子側の端部が前記キャビティに対向する領域に臨む一対の第２の圧電振動子とを有することを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項１１】　請求項１～１０の何れかにおいて、前記基板が、前記圧電振動子側に凸に撓んでいることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項１２】　請求項１１において、前記基板は、前記圧電振動子側に、さらに、前記基板との接合面が凹んだ凹面となっている接合部材が接合されていることを特徴とするアクチュエータ装置。

【請求項１３】　請求項１～１２の何れかにおいて、前記基板の他方面側には、前記キャビティに連通するノズル開口を有するノズル形成部材が接合されて、前記キャビティにインクを満たして前記圧電振動子の駆動により前記ノズル開口からインクを吐出するヘッドチップを構成していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項１４】　請求項１３において、前記キャビティがシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項１５】　請求項１４において、前記圧電体層が、ゾル－ゲル法あるいはスパッタリング法により形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッド。

【請求項１６】　請求項１３～１５の何れかのインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧力発生室の一部を弾性膜で構成し、この弾性膜の表面に圧電体層を形成して、圧電体層の変位により振動板を変形させるアクチュエータ装置及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を弾性膜で構成し、この弾性膜を圧電振動子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電振動子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電振動子を使用したものと、たわみ振動モードの圧電振動子を使用したものの２種類が実用化されている。

【０００３】前者は圧電振動子の端面を弾性膜に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができて、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電振動子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられ

た圧電振動子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【０００４】これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で弾性膜に圧電振動子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【０００５】一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、特開平５－２８６１３１号公報に見られるように、弾性膜の表面全体に亙って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電振動子を形成したものが提案されている。

【０００６】これによれば圧電振動子を弾性膜に貼付ける作業が不要となって、リソグラフィ法という精密で、かつ簡便な手法で圧電振動子を作り付けることができるばかりでなく、圧電振動子の厚みを薄くできて高速駆動が可能になるという利点がある。なお、この場合、圧電材料層は弾性膜の表面全体に設けたままで少なくとも上電極のみを各圧力発生室毎に設けることにより、各圧力発生室に対応する圧電振動子を駆動することができる。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した薄膜技術およびリソグラフィ法による製造方法では、薄膜のパターニング後に圧力発生室を形成するが、その際、圧電体層の内部応力が緩和され、また、下電極の内部応力の影響により弾性膜が圧力発生室側に撓んでしまい、この撓みが弾性膜の初期変形として残留してしまう。したがって、圧電振動子の駆動による弾性膜の変形量が実質的に小さくなるという問題や、弾性膜の耐久性が低下するという問題がある。また、圧電振動子の圧電体層が十分な圧電特性を発揮しないという問題がある。

【０００８】また、このような問題はインクジェット式記録ヘッドだけではなく、基板の一方側に弾性膜を介して圧電振動子を有するアクチュエータ装置についても同様に存在する。

【０００９】本発明はこのような事情に鑑み、圧電体層の圧電特性を向上したアクチュエータ装置及びインクジェット式記録ヘッド並びにインクジェット式記録装置を提供することを課題とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の第１の態様は、キャビティを画成した基板の一方面側に弾性膜を介して圧電体層を含む圧電振動子を具備するアクチュエータ装置において、前記圧電振動子に駆動力が負荷される際の前記圧電体層の応力が、前記圧電体層の成膜時の応力と同等か又は引張り方向に大きいことを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００１１】かかる第１の態様では、圧電体層の圧電特性が向上され、弾性膜の変位量を向上することができる。

【００１２】本発明の第２の態様は、第１の態様において、前記キャビティに対向する領域の前記圧電振動子が、前記キャビティを画成したときに、前記圧電体層側に凸に撓んでいることを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００１３】かかる第２の態様では、圧電体層の圧電特性及び弾性膜の変位量が向上され、排除体積が向上する。

【００１４】本発明の第３の態様は、第１又は２の態様において、前記弾性膜及び前記弾性膜上に形成され前記圧電振動子を構成する下電極からなる振動板の膜張力は、前記キャビティに対向する領域内の前記圧電振動子を構成する前記圧電体層及びその上に形成された上電極からなる圧電体能動部に対向する領域の膜張力が、前記圧電体能動部に対向する領域以外の膜張力よりも、相対的に圧縮側に小さいことを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００１５】かかる第３の態様では、圧電体能動部を構成する圧電体層の圧電特性が向上され、弾性膜の変位量が増加する。

【００１６】本発明の第４の態様は、第１～３の何れかの態様において、前記弾性膜は圧縮応力を有し、当該弾性膜の一部が薄いか又は形成されていない凹部を有することを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００１７】かかる第４の態様では、弾性膜に凹部を設けることにより、圧縮応力の一部が開放され、圧電体層に引張り方向の力が付与される。

【００１８】本発明の第５の態様は、第４の態様において、前記凹部は、前記弾性膜の前記圧電振動子に対向する領域に設けられていることを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００１９】かかる第５の態様では、弾性膜の圧電振動子に対向する領域で圧縮応力の一部が開放され、圧電体層に引張り方向の力が付与される。

【００２０】本発明の第６の態様は、第４の態様において、前記凹部は、前記弾性膜の少なくとも前記圧電振動子の幅方向両側の腕部に対向する領域に設けられていることを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００２１】かかる第６の態様では、弾性膜の圧電振動子の幅方向両側の腕部に対向する領域で圧縮応力の一部が開放され、圧電体層に引張り方向の力が付与される。

【００２２】本発明の第７の態様は、第１～６の何れかの態様において、前記圧電体層上に形成されている前記上電極が、圧縮応力を有することを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００２３】かかる第７の態様では、圧電振動子をパタ

ーニングすることにより、上電極のｄ圧縮応力が開放され、圧電体層に引張り方向の力が付与される。

【００２４】本発明の第８の態様は、第１～７の何れかの態様において、前記弾性膜は、少なくとも前記腕部に引張応力を持つ引張り膜を有し、当該引張り膜の前記腕部の間には、該引張り膜の厚さが薄いか又は該引張り膜が形成されていない溝部を有することを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００２５】かかる第８の態様では、引張り膜に溝部を設けることにより、腕部では、圧電体層に引張り方向の力が付与される。

【００２６】本発明の第９の態様は、第１～８の何れかの態様において、前記圧電振動子を構成する前記下電極及び前記上電極の何れか一方が前記キャビティに対向する領域にパターニングされ、当該パターニングされた電極の幅方向両側で且つ当該圧電振動子を構成する前記圧電体層表面に一対の第２の電極を有することを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００２７】かかる第９の態様では、一対の第２の電極間に電圧を印加することにより、圧電体層は、面方向に電界が印加されるため引張り応力となる。

【００２８】本発明の第１０の態様は、第１～９の何れかの態様において、前記下電極と前記圧電体層と前記上電極とからなり且つ前記下電極及び前記上電極の何れか一方が前記キャビティに対向する領域にパターニングされた第１の圧電振動子と、この第１の圧電振動子の幅方向両側に設けられ且つその当該第１の圧電振動子側の端部が前記キャビティに対向する領域に臨む一対の第２の圧電振動子とを有することを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００２９】かかる第１０の態様では、一対の第２の圧電振動子を駆動することにより、キャビティの幅方向両側の弾性膜が引き上げられ、圧電体層に引張り方向の力が付与される。

【００３０】本発明の第１１の態様は、第１～１０の何れかの態様において、前記基板が、前記圧電振動子側に凸に撓んでいることを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００３１】かかる第１１の態様では、基板が撓むことにより、圧電体層に引っ張方向の力が付与され、圧電特性が向上する。

【００３２】本発明の第１２の態様は、第１１の態様において、前記基板は、前記圧電振動子側に、さらに、前記基板との接合面が凹んだ凹面となっている接合部材が接合されていることを特徴とするアクチュエータ装置にある。

【００３３】かかる第１２の態様では、接合部材に基板を接合することにより、基板がキャビティとは逆側が凸に変形され、この変形と共に圧電体層が変形されることにより、引張り方向の力が付与される。

【００３４】本発明の第１３の態様は、第１～１２の何れかの態様において、前記基板の他方面側には、前記キャビティに連通するノズル開口を有するノズル形成部材が接合されて、前記キャビティにインクを満たして前記圧電振動子の駆動により前記ノズル開口からインクを吐出するヘッドチップを構成していることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【００３５】かかる第１３の態様では、圧電振動子の駆動により、ノズル開口から良好なインク吐出を行うことのできるインクジェット式記録ヘッドを実現することができる。

【００３６】本発明の第１４の態様は、第１３の態様において、前記キャビティがシリコン単結晶基板に異方性エッチングにより形成され、前記圧電振動子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されたものであることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【００３７】かかる第１４の態様では、高密度のノズル開口を有するインクジェット式記録ヘッドを大量に且つ比較的容易に製造することができる。

【００３８】本発明の第１５の態様は、第１４の態様において、前記圧電体層が、ゾルーゲル法あるいはスパッタリング法により形成されていることを特徴とするインクジェット式記録ヘッドにある。

【００３９】かかる第１５の態様では、圧電体層を形成する際の熱により、各膜に強い応力が残留するが、圧電体層の応力は、成膜時と同等若しくは引張り側となり、圧電特性が向上される。

【００４０】本発明の第１６の態様は、第１３～１５の何れかの態様のインクジェット式記録ヘッドを具備することを特徴とするインクジェット式記録装置にある。

【００４１】かかる第１６の態様では、ヘッドの吐出特性が向上され、インク吐出を良好に行うことができるインクジェット式記録装置を実現することができる。

【００４２】

【発明の実施の形態】以下に本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

【００４３】（実施形態１）図１は、本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図であり、図２は、平面図及びその１つの圧力発生室の長手方向における断面構造を示す図である。

【００４４】図示するように、流路形成基板１０は、本実施形態では面方位（１１０）のシリコン単結晶基板からなる。流路形成基板１０としては、通常、１５０～３００μｍ程度の厚さのものが用いられ、望ましくは１８０～２８０μｍ程度、より望ましくは２２０μｍ程度の厚さのものが好適である。これは、隣接する圧力発生室間の隔壁の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。

【００４５】流路形成基板１０の一方の面は開口面となり、他方の面には予め熱酸化により形成した二酸化シリ

コンからなる、厚さ１～２μｍの弾性膜５０が形成されている。

【００４６】一方、流路形成基板１０の開口面には、シリコン単結晶基板を異方性エッチングすることにより、ノズル開口１１、圧力発生室１２が形成されている。

【００４７】ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板をＫＯＨ等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて（１１０）面に垂直な第１の（１１１）面と、この第１の（１１１）面と約７０度の角度をなし且つ上記（１１０）面と約３５度の角度をなす第２の（１１１）面とが出現し、（１１０）面のエッチングレートと比較して（１１１）面のエッチングレートが約１／１８０であるという性質を利用して行われるものである。かかる異方性エッチングにより、二つの第１の（１１１）面と斜めの二つの第２の（１１１）面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室１２を高密度に配列することができる。

【００４８】本実施形態では、各圧力発生室１２の長辺を第１の（１１１）面で、短辺を第２の（１１１）面で形成している。この圧力発生室１２は、流路形成基板１０をほぼ貫通して弾性膜５０に達するまでエッチングすることにより形成されている。なお、弾性膜５０は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。

【００４９】一方、各圧力発生室１２の一端に連通する各ノズル開口１１は、圧力発生室１２より幅狭で且つ浅く形成されている。すなわち、ノズル開口１１は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング（ハーフエッチング）することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【００５０】ここで、インク滴吐出圧力をインクに与える圧力発生室１２の大きさと、インク滴を吐出するノズル開口１１の大きさとは、吐出するインク滴の量、吐出スピード、吐出周波数に応じて最適化される。例えば、１インチ当たり３６０個のインク滴を記録する場合、ノズル開口１１は数十μｍの溝幅で精度よく形成する必要がある。

【００５１】また、各圧力発生室１２と後述する共通インク室３１とは、後述する封止板２０の各圧力発生室１２の一端部に対応する位置にそれぞれ形成されたインク供給連通口２１を介して連通されており、インクはこのインク供給連通口２１を介して共通インク室３１から供給され、各圧力発生室１２に分配される。

【００５２】封止板２０は、前述の各圧力発生室１２に対応したインク供給連通口２１が穿設された、厚さが例えば、０．１～１ｍｍで、線膨張係数が３００℃以下で、例えば２．５～４．５［$\times 10^{-6}$／℃］であるガラスセラミックスからなる。なお、インク供給連通口２１は、図３（ａ），（ｂ）に示すように、各圧力発生室１２のインク供給側端部の近傍を横断する一つのスリット孔２１Ａでも、あるいは複数のスリット孔２１Ｂであってもよい。封止板２０は、一方の面で流路形成基板１０の一面を全面的に覆い、シリコン単結晶基板を衝撃や外力から保護する補強板の役目も果たす。また、封止板２０は、他面で共通インク室３１の一壁面を構成する。

【００５３】共通インク室形成基板３０は、共通インク室３１の周壁を形成するものであり、ノズル開口数、インク滴吐出周波数に応じた適正な厚みのステンレス板を打ち抜いて作製されたものである。本実施形態では、共通インク室形成基板３０の厚さは、０．２ｍｍとしている。

【００５４】インク室側板４０は、ステンレス基板からなり、一方の面で共通インク室３１の一壁面を構成するものである。また、インク室側板４０には、他方の面の一部にハーフエッチングにより凹部４０ａを形成することにより薄肉壁４１が形成され、さらに、外部からのインク供給を受けるインク導入口４２が打抜き形成されている。なお、薄肉壁４１は、インク滴吐出の際に発生するノズル開口１１と反対側へ向かう圧力を吸収するためのもので、他の圧力発生室１２に、共通インク室３１を経由して不要な正又は負の圧力が加わるのを防止する。本実施形態では、インク導入口４２と外部のインク供給手段との接続時等に必要な剛性を考慮して、インク室側板４０を０．２ｍｍとし、その一部を厚さ０．０２ｍｍの薄肉壁４１としているが、ハーフエッチングによる薄肉壁４１の形成を省略するために、インク室側板４０の厚さを初めから０．０２ｍｍとしてもよい。

【００５５】一方、流路形成基板１０の開口面とは反対側の弾性膜５０上には、厚さが、例えば、０．２～０．６μｍで、引張応力を有する引張り膜５１が形成され、詳しく後述するが、この引張り膜５１の圧電体能動部３２０に対応する部分の一部には、引張り膜を５１が形成されていない溝部５２が設けられている。また、本実施形態では、この引張り膜５１上には、さらに、厚さが、例えば０．５～１μｍで、圧縮応力を有する圧縮膜５３が形成され、後述するプロセスで、圧電体能動部３２０と共にパターニングされる。

【００５６】また、この圧縮膜５３上には、厚さが例えば、約０．２μｍの下電極膜６０と、厚さが例えば、約１μｍの圧電体膜７０と、厚さが例えば、約０．１μｍの上電極膜８０とが、後述するプロセスで積層形成されて、圧電振動子（圧電素子）３００を構成している。ここで、圧電振動子３００は、下電極膜６０、圧電体膜７０、及び上電極膜８０を含む部分をいう。一般的には、圧電振動子３００の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体膜７０を各圧力発生室１２毎にパターニングして構成する。そして、ここではパターニングされた何れか一方の電極及び圧電体膜７０から構成さ

れ、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部３２０という。本実施形態では、下電極膜６０は圧電振動子３００の共通電極とし、上電極膜８０を圧電振動子３００の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室毎に圧電体能動部が形成されていることになる。

【００５７】ここで、シリコン単結晶基板からなる流路形成基板１０上に、圧電体膜７０等を形成するプロセスを図４を参照しながら説明する。

【００５８】図４（ａ）に示すように、まず、流路形成基板１０となるシリコン単結晶基板のウェハを約１１００℃の拡散炉で熱酸化して二酸化シリコンからなる弾性膜５０を形成する。

【００５９】次に、図４（ｂ）に示すように、スパッタリング法で引張応力を有する引張り膜５１を成膜する。この引張り膜５１は、引張応力を有し、インク吐出の際の変形に耐えうるものであれば特に限定されないが、例えば、Ｐｔ，Ｉｒ等の金属膜が好適である。

【００６０】次に、図４（ｃ）に示すように、引張り膜５１の圧電体能動部３２０に対応する部分の面方向の一部をパターニングして、引張り膜５１を除去することにより、引張り膜５１の形成されていない溝部５２を形成する。この溝部５２の幅は、特に限定されないが、圧電体能動部３２０に対応する領域に、圧電体能動部３２０の幅と同じか又は多少狭く形成するのが好ましい。

【００６１】次に、図４（ｄ）に示すように、圧縮応力を有する圧縮膜５３を形成する。例えば、本実施形態では、単斜晶系の二酸化ジルコニウム膜を用いて圧縮応力を有する圧縮膜５３を形成した。この圧縮膜５３は、引張り膜５１上にジルコニウム層をスパッタリング法で形成後、約１１５０℃の拡散炉で酸素中で熱酸化処理することにより形成したものであり、強い圧縮応力を有する。ここで、ジルコニウムは酸化される際に、相転移温度以上に加熱されているため、冷却時に相転移を起こして単斜晶系となり、圧縮応力を有する二酸化ジルコニウムとなる。

【００６２】次に、図４（ｅ）に示すように、スパッタリングで下電極膜６０を形成する。下電極膜６０の材料としては、Ｐｔ等が好適である。これは、スパッタリングやゾル－ゲル法で成膜する後述の圧電体膜７０は、成膜後に大気雰囲気下又は酸素雰囲気下で６００～１０００℃程度の温度で焼成して結晶化させる必要があるからである。すなわち、下電極膜６０の材料は、このような高温、酸化雰囲気下で導電性を保持できなければならず、殊に、圧電体膜７０としてＰＺＴを用いた場合には、ＰｂＯの拡散による導電性の変化が少ないことが望ましく、これらの理由からＰｔが好適である。

【００６３】次に、図４（ｆ）に示すように、圧電体膜７０を成膜する。この圧電体膜７０の成膜にはスパッタリングを用いることもできるが、本実施形態では、金属有機物を溶媒に溶解・分散したいわゆるゾルを塗布乾燥してゲル化し、さらに高温で焼成することで金属酸化物からなる圧電体膜７０を得る、いわゆるゾル－ゲル法を用いている。圧電体膜７０の材料としては、チタン酸ジルコン酸鉛（ＰＺＴ）系の材料がインクジェット式記録ヘッドに使用する場合には好適である。

【００６４】次に、図４（ｇ）に示すように、上電極膜８０を成膜する。上電極膜８０は、導電性の高い材料で、圧縮応力を有することが好ましく、例えば、本実施形態では、Ｉｒをスパッタリング法により成膜している。

【００６５】次に、図５に示すように、下電極膜６０、圧電体膜７０、上電極膜８０及び圧縮膜５３をパターニングする。

【００６６】まず、図５（ａ）に示すように、下電極膜６０、圧電体膜７０及び上電極膜８０を一緒にエッチングして下電極膜６０の全体パターンをパターニングする。次いで、図５（ｂ）に示すように、圧電体膜７０及び上電極膜８０をエッチングして圧電体能動部３２０のパターニングを行う。次いで、図５（ｃ）示すように、少なくとも圧電体能動部３２０の幅方向両側、いわゆる振動板の腕部の下電極膜６０及び圧縮膜５３をエッチングにより除去する。

【００６７】本実施形態では、その後、圧力発生室１２をエッチングにより形成するが、このときの圧電体能動部３２０が受ける応力の状態を以下に説明する。なお、図６は、圧力発生室１２をエッチングにより形成前後の各層が受ける応力の状態を模式的に示した図である。

【００６８】流路形成基板１０に成膜した状態の各層は、図６（ａ）に示すように、弾性膜５０、圧縮膜５３及び上電極膜８０は、流路形成基板１０から圧縮応力σ_1，σ_2，σ_3を受けており、下電極膜６０及び圧電体膜７０は、引張応力σ_4，σ_5を受けている。また、引張り膜５１も、流路形成基板１０から引張応力σ_6を受けているが、圧電体能動部３２０がパターニングされる領域に溝部５２が形成されているため一部が開放されいる。また、引張り膜５１の引張り応力σ_6は、圧力発生室１２に対向する領域の流路形成基板１０からみると、溝部５２側では、実質的には、圧縮方向に作用していることになる。

【００６９】そして、図６（ｂ）に示すように、圧電体能動部３２０をパターニングすると、下電極膜６０及び圧電体膜７０の引張応力σ_4，σ_5は一部が開放され、上電極膜８０も、圧縮応力σ_3の一部が開放される。また、この上電極膜８０と同様に、圧縮膜５３の圧縮応力σ_2も一部が開放されるが、引張り膜５１は、パターニングされないため、引張り応力σ_6は開放されない。

【００７０】次いで、図６（ｃ）に示すように、圧電体能動部３２０の下方に圧力発生室１２を形成すると、圧

電体能動部３２０に対応して形成されている圧縮応力の膜と、圧電体能動部３２０外に対応して形成されている引張り応力の膜が、圧電体膜を引っ張る力として作用する。すなわち、上電極膜８０の圧縮応力σ_1、圧縮膜５３の圧縮応力σ_2、さらに引張り膜５１の応力σ_6が圧電体能動部３２０の圧電体膜７０を引っ張る。下電極膜６０の引張り応力σ_5は、圧電体膜７０の応力を圧縮方向に緩和させようとするが、本実施形態では膜の応力を厚さ方向に積分した膜全体の張力は、圧電体能動部３２０に対向する領域の方が圧電体能動部３２０に対向する領域以外よりも、相対的に圧縮側に小さくなっているため、圧力発生室１２の形成に伴い、圧電体膜７０の応力が成膜時と同等若しくは引張り方向に大きくなる。

【００７１】また、圧縮方向には、下電極膜６０及び圧電体膜７０の応力σ_4，σ_5が開放された力が作用するのに対して、引張り方向には、弾性膜５０及び上電極膜８０の応力σ_1，σ_3が開放された力が作用するのに加えて、本実施形態では、引張り膜５１及び圧縮膜５３の応力σ_6，σ_2が作用する。したがって、引張り方向の力が増加され、振動板が上に凸に変形し、両方向の力がつり合っている場合には、振動板の撓みはほとんど発生しない。さらに、本実施形態では、圧力発生室１２を形成する際に、振動板の腕部の部分は、弾性膜５０の応力σ_1及び引張り膜５１の応力σ_6が開放される力が引張り方向のみに作用する。したがって、好適な条件では、振動板は、上に凸に変形する。

【００７２】なお、引張り膜５１及び圧縮膜５３を形成しない場合には、図７（ａ）に示すように、圧力発生室１２形成前には、下電極膜６０及び圧電体膜７０はそれぞれ引張応力σ_4，σ_5を受けているのに対し、弾性膜５０及び上電極膜８０が圧縮応力σ_1，σ_3を受けている。そして、圧力発生室１２を形成すると、下電極膜６０及び圧電体膜７０の引張応力σ_4，σ_5が開放されて収縮しようとする力となるのに対して、弾性膜５０は、パターニングされていないため上電極膜８０の圧縮応力のみが開放されて引っ張り方向の力となる。結果的に、圧縮方向の力が引張方向の力よりも大きいため、弾性膜５０は、図７（ｂ）に示すように、下に凸に変形され、これが初期変形として残留する。また、このような初期変形が生じる条件下では、圧電体膜７０の成膜時の引張り応力が低下して、場合によっては圧縮応力となり、これにより、圧電特性が著しく低下することを知見した。

【００７３】上述のように、本実施形態では、弾性膜５０上に引張り膜５１を形成し、その圧電体能動部３２０に対応する領域に溝部５２を設け、さらに、引張り膜５１上に圧縮膜５３を形成した。これにより、圧電体能動部３２０をパターニング及び圧力発生室１２形成後に、引張り膜５１の応力が開放された力が、実質的に引張り方向の力となり、また、圧縮膜５３の応力が開放された力が、引張方向の力となる。これにより、圧電体膜７０の応力が、成膜時と同等若しくは引張り方向に大きくなる。また、圧電体膜７０は、このように撓み量が少ないほど、すなわち引張り応力を有しているほうが、圧電特性が優れていることが判った。したがって、本実施形態の構成によって、圧電体膜７０の圧電特性を向上でき、排除体積を増加することができる。

【００７４】さらに、弾性膜５０及び上電極膜８０の応力が開放された力に加えて、これら引張り膜５１及び圧縮膜５３の応力が開放された力が引張り方向に作用するため、下電極膜６０及び圧電体層７０と応力が開放された圧縮方向の力が相殺され、圧力発生室１２形成による弾性膜５０の変形を低減または無くすことができる。これにより、振動板の変形量を向上することができる。

【００７５】上述の説明では、圧電体能動部３２０をパターニングした後、圧力発生室１２を形成するようにしたが、実際には、図２に示すように、各上電極膜８０の上面の少なくとも周縁、及び圧電体膜７０および下電極膜６０の側面を覆うように電気絶縁性を備えた絶縁体層９０を形成し、さらに、絶縁体層９０の各圧電体能動部３２０の一端部に対応する部分の上面を覆う部分の一部にはリード電極１００と接続するために上電極膜８０の一部を露出させるコンタクトホール９０ａを形成し、このコンタクトホール９０ａを介して各上電極膜８０に一端が接続し、また他端が接続端子部に延びるリード電極１００を形成してもよい。ここで、リード電極１００は、駆動信号を上電極膜８０に確実に供給できる程度に可及的に狭い幅となるように形成するのが好ましい。なお、本実施形態では、コンタクトホール９０ａは、圧力発生室１２の周壁に対向する位置に設けられているが、圧電体能動部３２０を圧力発生室１２に対向する領域内にパターニングし、圧力発生室１２に対向する位置にコンタクトホール９０ａを設けてもよい。

【００７６】また、以上説明した一連の膜形成及び異方性エッチングは、一枚のウェハ上に多数のチップを同時に形成し、プロセス終了後、図１に示すような一つのチップサイズの流路形成基板１０毎に分割する。また、分割した流路形成基板１０を、封止板２０、共通インク室形成基板３０、及びインク室側板４０と順次接着して一体化し、インクジェット式記録ヘッドとする。

【００７７】このように構成したインクジェットヘッドは、図示しない外部インク供給手段と接続したインク導入口４２からインクを取り込み、共通インク室３１からノズル開口１１に至るまで内部をインクで満たした後、図示しない外部の駆動回路からの記録信号に従い、リード電極１００を介して下電極膜６０と上電極膜８０との間に電圧を印加し、弾性膜５０、下電極膜６０及び圧電体膜７０をたわみ変形させることにより、圧力発生室１２内の圧力が高まりノズル開口１１からインク滴が吐出する。

【００７８】なお、上述のように、本実施形態では、引

張り膜５１を、Ｐｔ，Ｉｒ等で形成し、圧縮膜５３を二酸化ジルコニウム等で形成するようにしたが、これに限定されず、例えば、引張り膜５３を、例えば、ＭｇＯ、ＣａＯ、又は希土類酸化物等の添加物を数%程度添加することにより、引張り応力とした安定もしくは部分安定化二酸化ジルコニウム等で形成するようにしてもよい。このとき、圧縮膜５３を、引張り膜５１に近似した材料であることが好ましく、例えば、圧縮応力を有する単斜晶系の二酸化ジルコニウム等が好適である。このように、引張り膜５１と圧縮膜５３とを、近似した材料で形成することにより、両者の密着性が向上するという効果を奏する。また、このような構成の場合には、弾性膜５０を二酸化ジルコニアで形成することにより、引張り膜５１が他の膜と接触する部分全てが、近似した材料で形成されていることになり密着性がさらに向上する。

【００７９】また、本実施形態では、溝部５２は、引張り膜５１を厚さ方向に完全に除去することにより形成されているが、これに限定されず、例えば、図８に示すように、引張り膜５１の厚さ方向の少なくとも一部をハーフエッチング等により除去することにより形成してもよい。なお、この溝部５２の深さは、特に限定されないが、引張り膜５１の引張応力が開放される力はこの深さに比例するため、膜全体の応力バランスから考慮して決定すればよい。このような構成によっても、上述と同様な効果を得ることができ、また圧縮膜５３との接着面が同一材料で構成されるため、密着性が向上する。

【００８０】（実施形態２）本実施形態は、引張り膜及び圧縮膜を形成せずに、圧縮応力を有する振動板の一部に厚さ方向の一部を除去した凹部を設け、振動板の圧縮応力の一部を開放することにより、圧電体膜に引張り方向に力を付与した例である。

【００８１】図9は、実施形態２にかかるインクジェット式記録ヘッドの要部を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）および（ｃ）はそれぞれ、そのＢ－Ｂ’線断面図、Ｃ－Ｃ’線断面図である。

【００８２】本実施形態では、図９に示すように、弾性膜５０上に、下電極膜６０が形成され、この下電極膜６０上の圧力発生室に対向する領域には、圧電体膜７０及び上電極膜８０からなる圧電体能動部３２０が形成されている。そして、圧力発生室１２に対向する領域の弾性膜５０には、圧電体能動部３２０に対向する領域の幅方向略中央部に長手方向に亘って、圧電体能動部３２０の幅よりも狭い幅で弾性膜５０の厚さ方向の一部を除去した凹部３２５が設けられている。弾性膜５０の凹部３２５を設けた部分では、圧縮応力が開放され、相対的に引張り方向の力となる。また、この引張り方向の力の大きさは、凹部３２５の深さに比例するため、凹部３２５の深さは、弾性膜５０の厚さの０．５倍以上にすることが好ましい。

【００８３】ここで、このように凹部３２５を形成したときの弾性膜５０及び下電極膜６０の変形について説明する。図１０は、弾性膜５０及び下電極膜６０の変形を模式的に示した図である。

【００８４】図１０（ａ）に示すように、圧電体膜７０および上電極膜８０をパターニングした状態では、圧電体膜７０及び下電極膜６０は収縮する方向の残留応力を有し、また、弾性膜５０は伸張する方向の残留応力を有している。ここで、従来通り圧力発生室１２を形成すると、圧電体能動部３２０の曲げの中立面は下電極膜６０の厚さの半分よりもかなり下側の下層部に位置するため、圧電体能動部３２０は、図１０（ｂ）に示すように、下に凸に変形し、大きな初期変形が生じる。

【００８５】これに対して、上述のように圧力発生室１２を形成する際、振動板に凹部３２５を形成することにより、曲げの中立面が上方、例えば、圧電体膜７０内に移動するため、圧電体能動部３２０は、図１０（ｃ）に示すように、圧力発生室１２の略中央部での変形量が低減され、全体の初期変位量を小さく抑えることができる。すなわち、弾性膜５０の凹部３２５によって、圧縮応力の一部が開放され、圧電体膜７０に引張り方向の力が付与される。これにより、圧電体膜７０の応力は、成膜時と同等若しくは引張り方向に強くすることができる。

【００８６】また、このような凹部３２５の大きさは、振動板の初期変形を良好に低減するが、振動板の耐久性の低下に大きく影響しないように設計する必要があり、深さは、弾性膜５０の膜厚の０．５倍以上で下電極膜６０の一部に到達するまでの範囲、幅は、圧電体能動部３２０の幅の０．５～０．７倍の範囲であるのが好ましい。

【００８７】何れにしても、このような凹部３２５の設計は、圧電体膜７０、下電極膜６０、及び弾性膜５０に残留する内部応力、及び厚さ、並びに圧電体能動部３２０の幅、圧力発生室１２の幅等に大きく依存するので、これらを考慮して最適値を決定する必要がある。

【００８８】このように、本発明では、弾性膜５０に凹部３２５を設けるこにより、弾性膜５０の圧縮応力の一部が開放され、圧電体膜７０に引張り方向の力が付与される。これにより、圧電体膜７０の応力が、成膜時と同等か若しくは引張り方向に強くすることができ、圧電特性を実質的に向上することができる。

【００８９】また、圧電体能動部３２０の曲げの中立面を上方に移動することができ、圧力発生室１２を形成する際に起こる初期変位量を低減することができる。したがって、駆動時の排除体積を向上することができる。

【００９０】（実施形態３）図１１は実施形態３に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）および（ｃ）はそれぞれ、そのＤ－Ｄ’線断面図、Ｅ－Ｅ’線断面図である。

【００９１】本実施形態は、凹部３２５Ａを圧電体能動

部３２０の幅方向両側の振動板腕部に設けるようにした以外は、実施形態２と同様であり、図１１に示すように、本実施形態の凹部３２５Ａは、圧力発生室１２に対向する領域において、圧電体能動部３２０の幅方向両側の弾性膜５０に、長手方向に亘って、弾性膜５０の厚さの０．５～１倍程度の深さで形成されている。なお、本実施形態では、振動板腕部に凹部３２５Ａを形成しているため、下電極膜除去部は形成せずに、振動板の強度を確保している。

【００９２】このような構成においても、実施形態２と同様に、弾性膜５０の圧縮応力の一部が凹部３２５Ａによって開放され、圧電体膜７０に引張り方向の力が付与される。したがって、圧電体膜７０の応力が、圧力発生室１２形成前と同等か若しくは引張り方向に強くなり、圧電特性を実質的に向上することができる。

【００９３】上述の実施形態は、膜応力によって圧電体膜の応力を調整した例を説明したが、以下の実施形態では、圧電体膜に積極的に引張り方向の力を付与する例について説明する。

【００９４】（実施形態４）図１２は、実施形態４に係るインクジェット式記録ヘッドの要部平面及び断面図である。

【００９５】本実施形態は、圧電体能動部を構成する圧電体膜７０上に上電極膜８０とこの上電極膜８０の幅方向両側に一対の第２の電極８１，８２を設け、この第２の電極８１，８２間に電圧を印加することにより圧電体膜７０を積極的に引張り応力とした例である。

【００９６】本実施形態では、図１２に示すように、圧電体膜７０および上電極膜８０等を有する圧電振動子３００は、基本的に圧力発生室１２に対向する領域内に設けられ、圧電体能動部３２０を形成している。また、各圧電体能動部３２０に対応する部分の圧電体膜７０上には、上電極膜８０とその幅方向両側に溝部８３を介して第２の電極膜８１、８２とが並設されている。

【００９７】また、各上電極膜８０及び第２の電極膜８１，８２の長手方向一端部近傍の絶縁体層９０には、それぞれコンタクトホール９０ａ、９０ｂ，９０ｃが形成されて、別々のリード電極１００，１００Ａ，１００Ｂと接続されている。なお、下電極膜６０上の絶縁体層９０にもコンタクトホール９０ｄが設けられており、上電極膜８０同様、コンタクトホール９０ｄ内でリード電極１００Ｃと接続されている。

【００９８】このような構成では、第２の電極８１，８２間に、リード電極１００Ａ，１００Ｂを介して、所定電圧を印加、すなわち圧電体膜７０に電界を印加することにより、圧電体膜７０には引張応力が生じるため、この状態では、上述の実施形態と同様に、実質的に圧電体膜７０の圧電特性が向上される。

【００９９】したがって、例えば、第２電極８１，８２間に電圧を印加したまま、若しくは電圧を解除すると同時に、上電極膜８０及び下電極膜６０間に電圧を印加して、圧電体能動部３２０を駆動することにより、圧電体能動部３２０の駆動のみの場合よりも多量のインクを吐出することができる。

【０１００】また、本実施形態では、上電極膜８０と第２の電極８１，８２とを圧電体膜７０の同一平面上に形成するようにしたが、これに限定されず、例えば、図１３に示すように、圧電体能動部３２０の一部を構成する圧電体膜７０の両側面を下から上方に向かって徐々に狭くなるようにパターニングして、圧電体膜７０の幅方向両側面を傾斜面７０ａとし、圧電体膜７０の上面及び両傾斜面上にそれぞれ上電極膜８０及び第２の電極膜８１，８２を設けるようにしてもよい。このような構成により、第２の電極膜８１及び８２が設けられた圧電体膜７０の傾斜面７０ａは、第２の電極膜８１及び８２が相対向する方向に傾斜しているため、両者間に確実に電圧を印加することができ、圧電体膜７０により確実に引張応力とすることができ、圧電特性を実質的に向上することができる。

【０１０１】（実施形態５）図１４は、実施形態５に係るインクジェット式記録ヘッドの要部を示す平面図及び断面図である。

【０１０２】本実施形態は、圧力発生室１２に対向する領域にパターニングされた圧電振動子３００の幅方向両側に、一端部が圧力発生室１２に対向する領域に臨む一対の第２の圧電振動子３００Ｂを設け、この第２の圧電振動子３００Ｂを駆動することにより、圧電体膜７０に積極的に引張り方向の力を付与した例である。

【０１０３】本実施形態では、図１４に示すように、圧力発生室１２に対応する領域の弾性膜５０上には、下電極膜６０、圧電体膜７０及び上電極膜８０を含む第１の圧電振動子が設けられ、各圧力発生室１２に対向する領域の部分が圧電体膜７０及び上電極膜８０からなる第１の圧電体能動部３２０Ａを構成している。また、各圧力発生室１２の幅方向両側の周壁上には、圧電体膜７０及び上電極膜８０を含む中間セグメント３１０が設けられ、その両端の部分が第２の圧電振動子３００Ｂとなり、その圧電体膜７０及び上電極膜８０が圧力発生室１２に対向する領域に臨んでいる部分が、第２の圧電体能動部３２０Ｂとなる。第２の圧電体能動部３２０Ｂは、本実施形態では、隣接する圧力発生室１２間に設けられた中間セグメント３１０の両端に設けられているので、第２の圧電体能動部３２０Ｂを駆動する場合には、全体を一緒に駆動することになる。

【０１０４】このような構成では、図１５（ａ）に示すように、第１及び第２の圧電体能動部３２０Ａ，３２０Ｂに電圧を印加していない状態では、膜の内部応力の影響により、振動板は下に凸に変形している。ここで、第２の圧電振動子３００Ｂに所定電圧を印加することにより、図１５（ｂ）に示すように、第２の圧電体能動部３

２０Ｂが撓もうとするため、振動板は引張方向の力ｆを受けて引き上げられる。このとき、第１の圧電体能動部３２０の圧電体膜７０も、引張り方向の力を受けることになる。これにより、圧電体膜７０の応力が、成膜時と同等か若しくは引張り方向に大きくなり、圧電特性を実質的に向上することができる。

【０１０５】また、本実施形態では、中間セグメントを隣接する圧力発生室に連続して形成したが、これに限定されず、例えば、図１６に示すように、中間セグメント３１０を構成する上電極膜８０及び圧電体膜７０を圧力発生室１２の幅方向の周壁上に対向する領域でパターニングして、各圧力発生室１２毎に第２の圧電振動子３００Ｂを独立して形成するようにしてもよい。この場合、第２の圧電振動子３００Ｂの長手方向一端部近傍に、それぞれ、コンタクトホール９０ｂを介して上電極膜８０とリード電極１００とを接続することにより、各圧力発生室１２毎に第２の圧電体能動部３２０Ｂをそれぞれ独立して駆動させることができる。

【０１０６】このような構成によっても、上述同様、第２の圧電体能動部３００Ｂを駆動することにより、第１の圧電体能動部３２０Ａの圧電体膜７０に引張り方向の力を付与することができ、圧電特性を向上することができる。

【０１０７】（実施形態６）図１７は、実施形態５に係るインクジェット式記録ヘッドの斜視図である。

【０１０８】本実施形態は、流路形成基板１０を機械的に変形させることにより、圧電体膜７０に引張り方向の力を付与した例である。

【０１０９】本実施形態では、図１７に示すように、流路形成基板１０を、封止板２０、共通インク室形成基板３０、及びインク室側板４０と順次接着して一体化してインクジェット式記録ヘッドとした後、さらに、流路形成基板１０の圧電振動子３００側の面に保持部材１１０に接合するようにした。

【０１１０】この保持部材１１０は、最終的にインクジェット式記録ヘッド全体を保持するケースを兼ねており、流路形成基板１０との接合面が、圧電振動子３００側に凹んだ凹面１１１となっており、また、上述した成膜により形成した圧電振動子３００を逃がすための凹部１１２を有する。

【０１１１】このような保持部材１１０の凹面１１１に流路形成基板１０を接合することにより、流路形成基板１０は圧電振動子３００側に凸に変形され、この流路形成基板１０の変形と共に圧電体膜７０も上に凸に変形されることになる。すなわち、引張り方向の力が付与される。したがって、本実施形態のように、流路形成基板１０を機械的に変形させることによっても、上述の実施形態と同様に、圧電体膜７０の圧電特性を向上することができる。

【０１１２】（他の実施形態）以上、本発明の各実施形態を説明したが、インクジェット式記録ヘッドの基本的構成は上述したものに限定されるものではない。

【０１１３】例えば、上述した封止板２０の他、共通インク室形成板３０をガラスセラミックス製としてもよく、さらには、薄肉膜４１を別部材としてガラスセラミックスｂ製としてもよく、材料、構造等の変更は自由である。

【０１１４】また、上述した実施形態では、ノズル開口を流路形成基板１０の端面に形成しているが、面に垂直な方向に突出するノズル開口を形成してもよい。

【０１１５】このように構成した実施形態の分解斜視図を図１８、その流路の断面を図１９にぞれぞれ示す。この実施形態では、ノズル開口１１が圧電振動子とは反対のノズル基板１２０に穿設され、これらノズル開口１１と圧力発生室１２とを連通するノズル連通口２２が、封止板２０，共通インク室形成板３０及び薄肉板４１Ａ及びインク室側板４０Ａを貫通するように配されている。

【０１１６】なお、本実施形態は、その他、薄肉板４１Ａとインク室側板４０Ａとを別部材とし、インク室側板４０に開口４０ｂを形成した以外は、基本的に上述した実施形態１と同様であり、同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

【０１１７】また、勿論、共通インク室を流路形成基板内に形成したタイプのインクジェット式記録ヘッドにも同様に応用できる。

【０１１８】また、以上説明した各実施形態は、成膜及びリソグラフィプロセスを応用することにより製造できる薄膜型のインクジェット式記録ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、基板を積層して圧力発生室を形成するもの、あるいはグリーンシートを貼付もしくはスクリーン印刷等により圧電体膜を形成するもの、又は結晶成長により圧電体膜を形成するもの等、各種の構造のインクジェット式記録ヘッドに本発明を採用することができる。

【０１１９】また、圧電振動子とリード電極との間に絶縁体層を設けた例を説明したが、これに限定されず、例えば、絶縁体層を設けないで、各上電極に異方性導電膜を熱溶着し、この異方性導電膜をリード電極と接続したり、その他、ワイヤボンディング等の各種ボンディング技術を用いて接続したりする構成としてもよい。

【０１２０】このように、本発明は、その趣旨に反しない限り、種々の構造のインクジェット式記録ヘッドに応用することができる。

【０１２１】また、これら各実施形態のインクジェット式記録ヘッドは、インクカートリッジ等と連通するインク流路を具備する記録ヘッドユニットの一部を構成して、インクジェット式記録装置に搭載される。図２０は、そのインクジェット式記録装置の一例を示す概略図である。

【０１２２】図２０に示すように、インクジェット式記

録ヘッドを有する記録ヘッドユニット１Ａ及び１Ｂは、インク供給手段を構成するカートリッジ２Ａ及び２Ｂが着脱可能に設けられ、この記録ヘッドユニット１Ａ及び１Ｂを搭載したキャリッジ３は、装置本体４に取り付けられたキャリッジ軸５に軸方向移動自在に設けられている。この記録ヘッドユニット１Ａ及び１Ｂは、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【０１２３】そして、駆動モータ６の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト７を介してキャリッジ３に伝達されることで、記録ヘッドユニット１Ａ及び１Ｂを搭載したキャリッジ３はキャリッジ軸５に沿って移動される。一方、装置本体４にはキャリッジ軸５に沿ってプラテン８が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シートＳがプラテン８に巻き掛けられて搬送されるようになっている。

【０１２４】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、他の膜の内部応力により、あるいは積極的に圧電体膜に引張り方向の力を付与することにより、圧電体膜の応力を成膜時と同等若しくは引張り方向にが大きくなるようにすることができる。これにより、圧電体膜の圧電特性が向上し、排除体積が向上するという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドの分解斜視図である。

【図２】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、図１の平面図及び断面図である。

【図３】図１の封止板の変形例を示す図である。

【図４】本発明の実施形態１の薄膜製造工程を示す図である。

【図５】本発明の実施形態１の薄膜製造工程を示す図である。

【図６】本実施形態の圧電体能動部が圧力発生室形成時に受ける応力の状態を示す図である。

【図７】従来の圧電体能動部が圧力発生室形成時に受ける応力の状態を示す図である。

【図８】本発明の実施形態１に係るインクジェット式記録ヘッド変形例を示す要部断面図である。

【図９】本発明の実施形態２に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、（ａ）平面図、（ｂ）はＢ－Ｂ’線断面図、（ｃ）はＣ－Ｃ’線断面図である。

【図１０】本発明の実施形態２に係る振動板の変形を示した模式図である。

【図１１】本発明の実施形態３に係るインクジェット式記録ヘッドを示す図であり、（ａ）平面図、（ｂ）はＤ－Ｄ’線断面図、（ｃ）はＥ－Ｅ’線断面図である。

【図１２】本発明の実施形態４に係るインクジェット式記録ヘッドを示す平面図及び断面図である。

【図１３】本発明の実施形態４に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す断面図である。

【図１４】本発明の実施形態５に係るインクジェット式記録ヘッドを示す平面図及び断面図である。

【図１５】本発明の実施形態５に係る振動板の変形を示した模式図である。

【図１６】本発明の実施形態５に係るインクジェット式記録ヘッドの変形例を示す平面図及び断面図である。

【図１７】本発明の実施形態６に係るインクジェット式記録ヘッドを示す斜視図である。

【図１８】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す分解斜視図である。

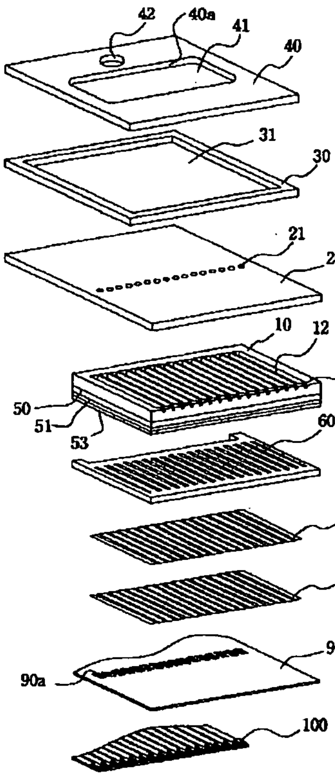
【図１９】本発明の他の実施形態に係るインクジェット式記録ヘッドを示す断面図である。

【図２０】本発明の一実施形態に係るインクジェット式記録装置の概略図である。

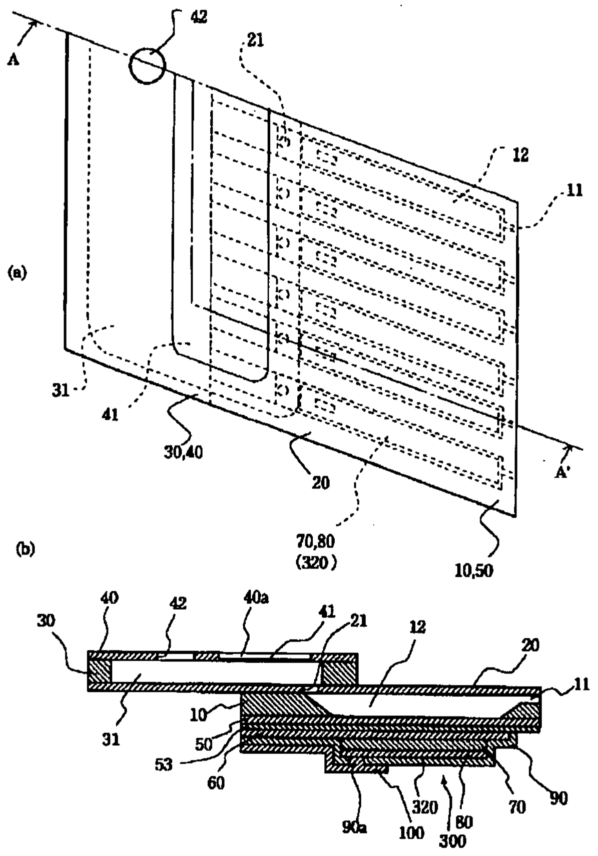
【符号の説明】

１０	流路形成基板
１２	圧力発生室
５０	弾性膜
５１	引張り膜
５２	溝部
５３	圧縮膜
６０	下電極膜
７０	圧電体膜
８０	上電極膜
９０	絶縁体層
１００	リード電極
３００	圧電振動子
３１０	中間セグメント
３２０	圧電体能動部
３２５，３２５Ａ	凹部

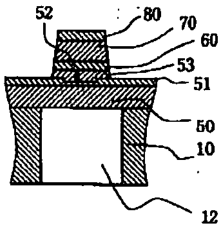
【図1】



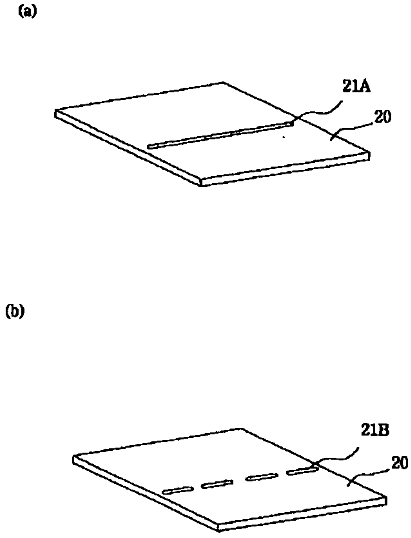
【図2】


(a)
A
42
21
12
11
31
41
30,40
20
70,80
(320)
10,50
A'
(b)
30
40
42
40a
41
21
12
20
11
10
31
50
53
60
90a
100
320
300
80
70
90

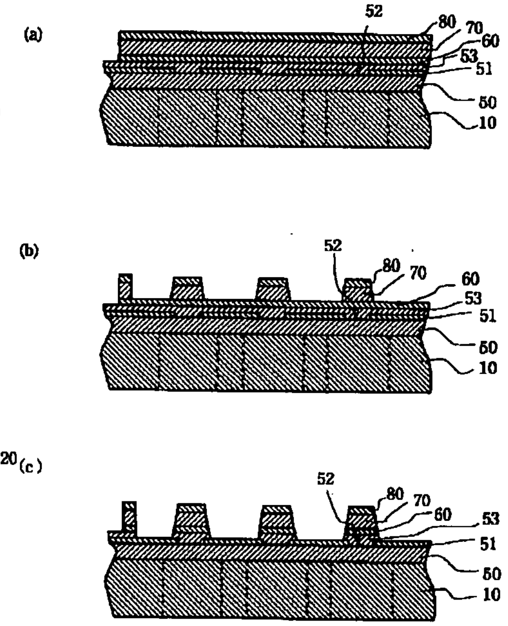
【図8】



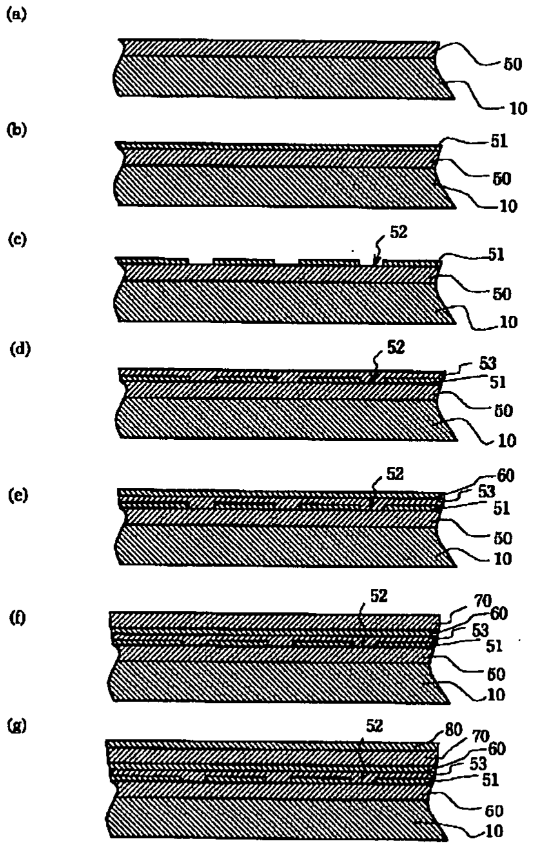
【図3】


(a)
(b)

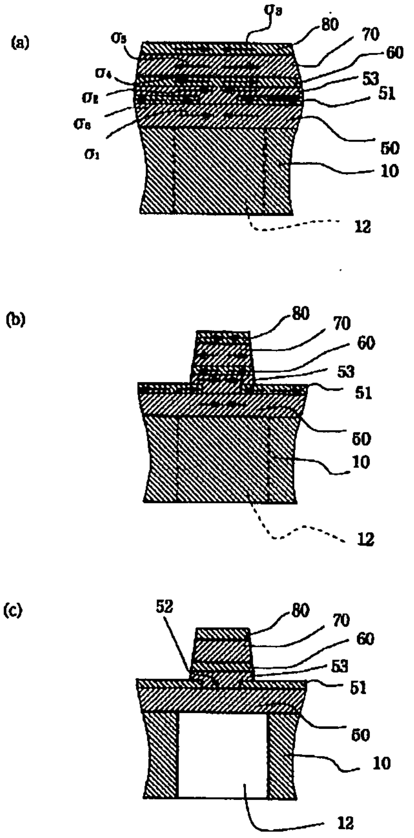
【図5】


(a)
(b)
(c)

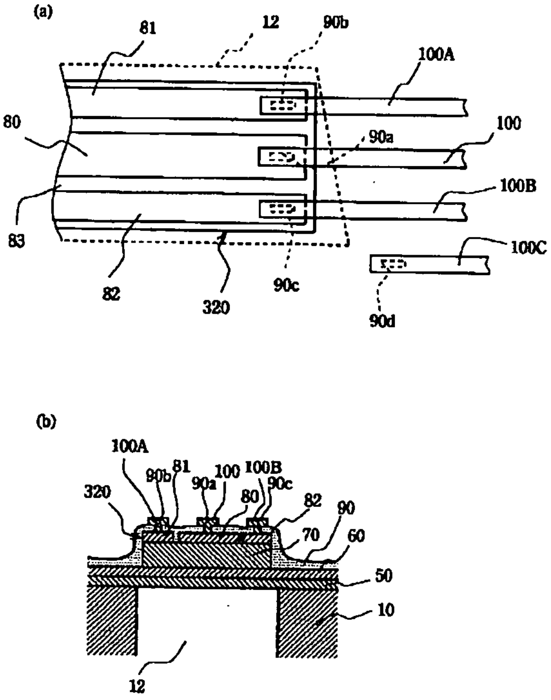
【図4】



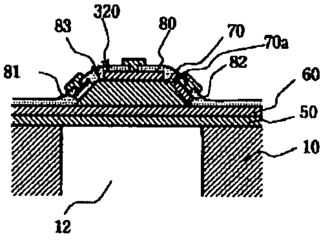
【図6】



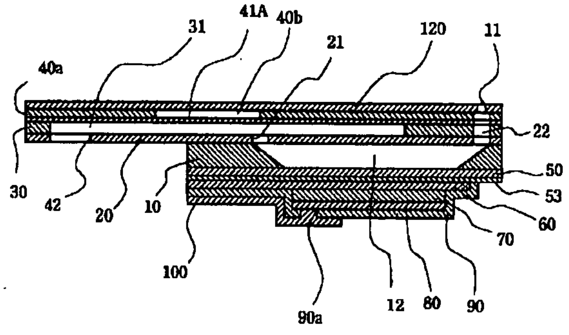
【図12】



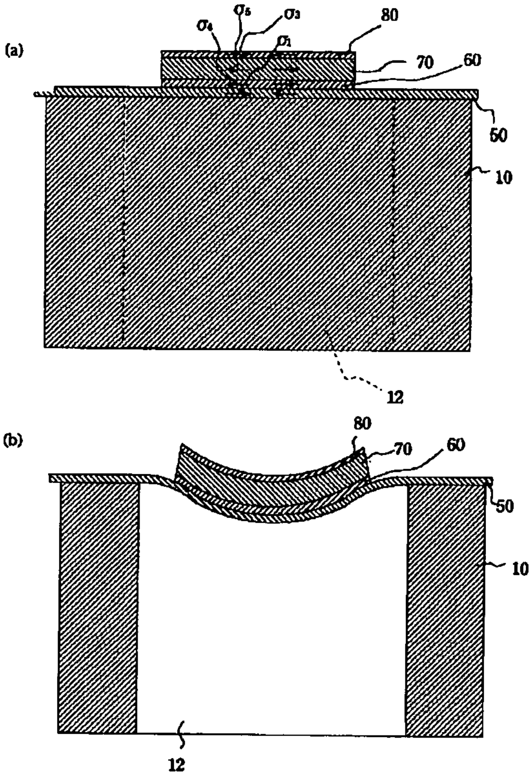
【図13】



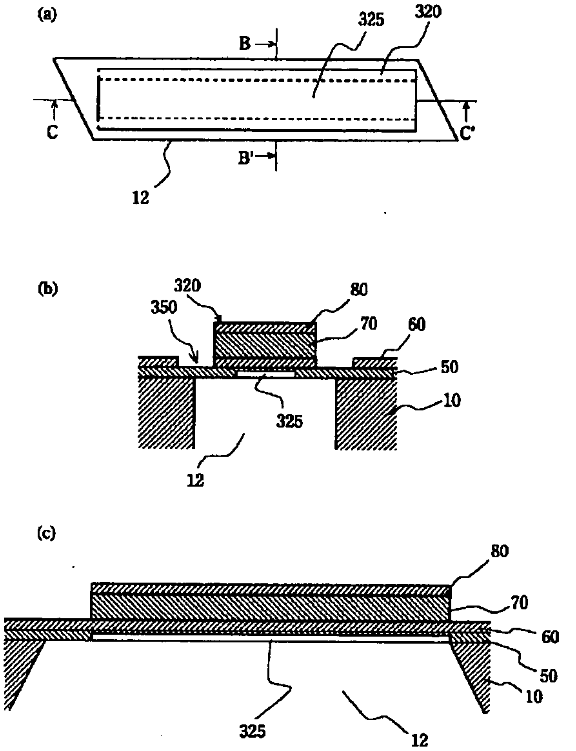
【図19】



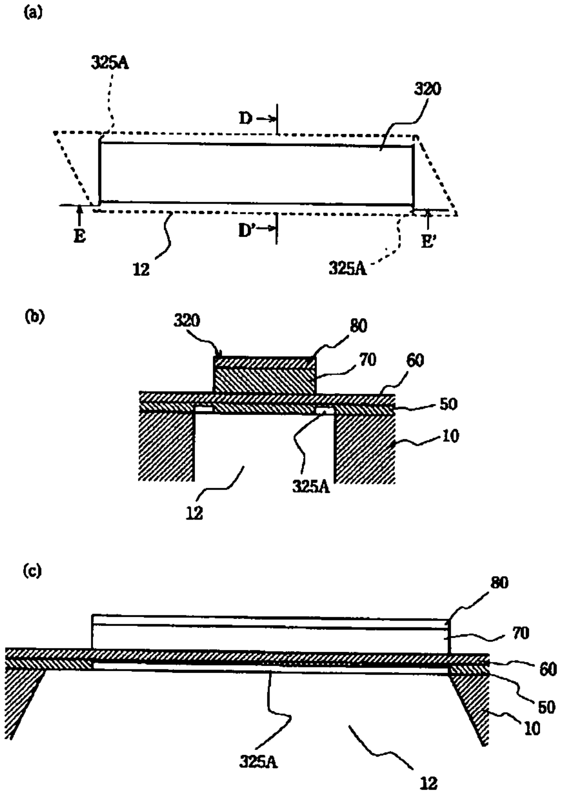
【図7】


(a)
σ_4
σ_5
σ_3
σ_1
(b)

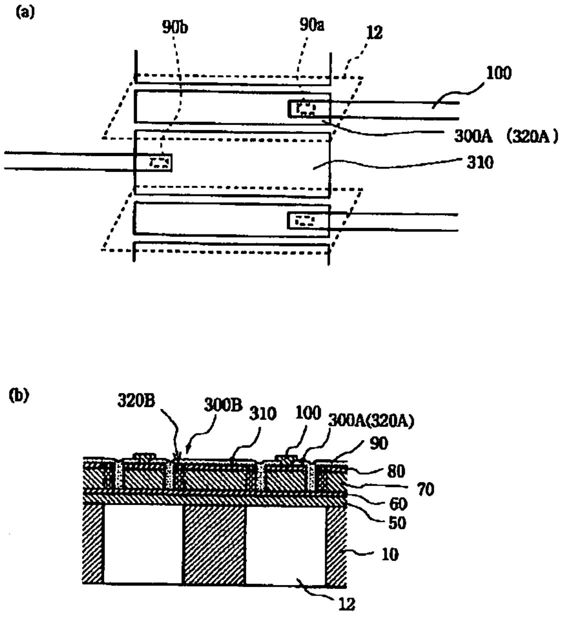
【図9】


(a)
B
C
C'
B'
(b)
(c)

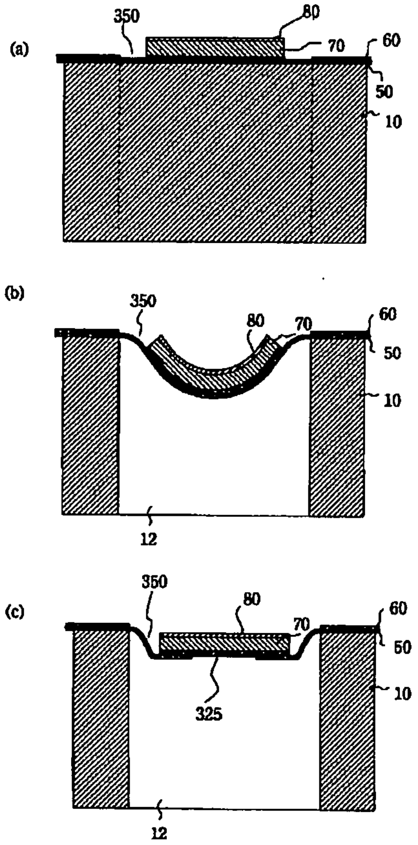
【図11】


(a)
D
E
D'
E'
(b)
(c)

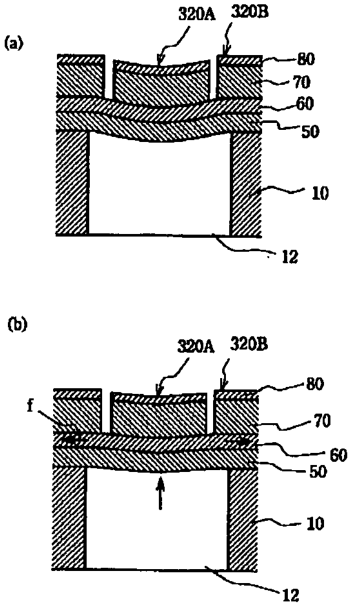
【図14】


(a)
300A（320A）
(b)
300A(320A)

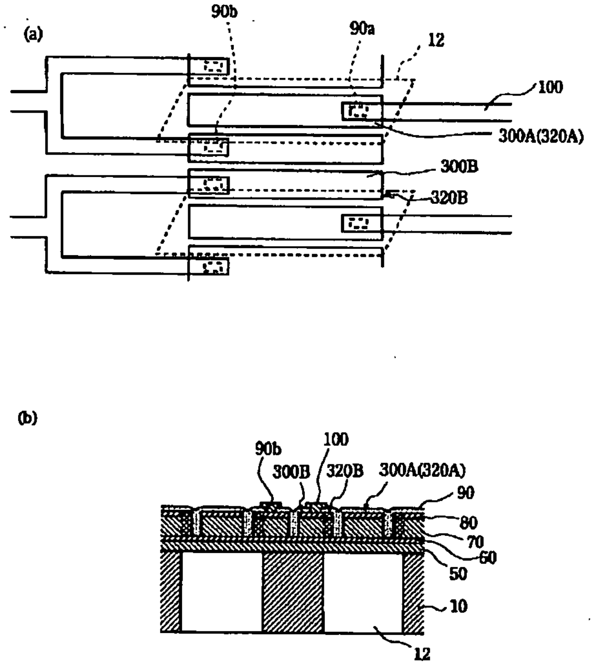
【図１０】



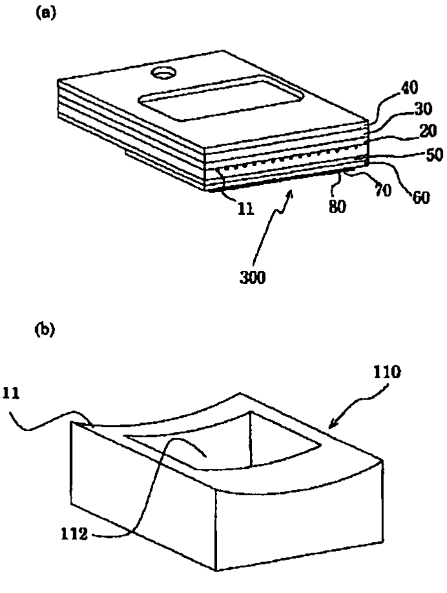
【図１５】



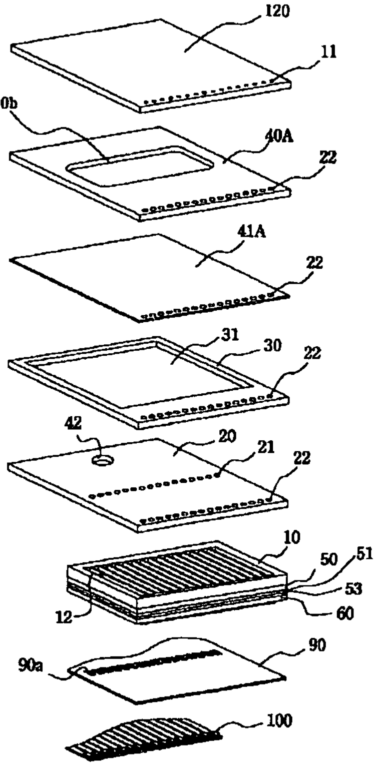
【図１６】



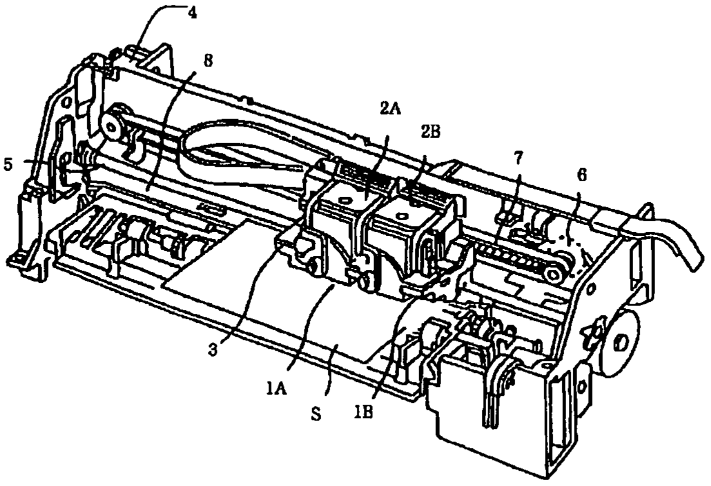
【図１７】



【図１８】



【図２０】



フロントページの続き

(72)発明者　島田　勝人
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者　高橋　哲司
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　2C057 AF52 AF65 AG12 AG44 AG57
AG93 BA03 BA14

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-025225
(43)Date of publication of application : 25.01.2000

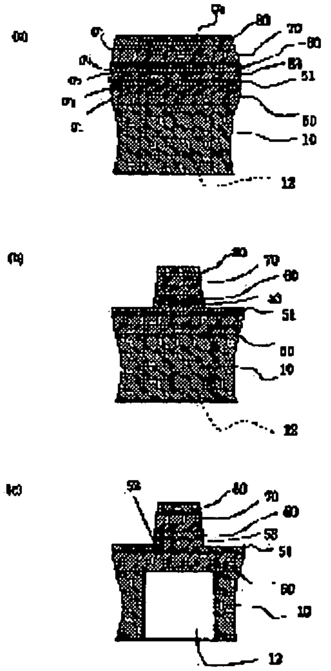
(51)Int.Cl.
B41J 2/045
B41J 2/055
H01L 41/09

(21)Application number : 10-195282
(22)Date of filing : 10.07.1998

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP
(72)Inventor : SAKAI MARI
YAZAKI SHIRO
SHIMADA KATSUTO
TAKAHASHI TETSUJI

(54) ACTUATOR, INK JET RECORDING HEAD AND INK JET RECORDER

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an actuator in which the piezoelectric characteristics of a piezoelectric layer is enhanced, and ink jet recording head and an ink jet recorder.
SOLUTION: The actuator comprises a piezoelectric oscillator having a piezoelectric layer 70 formed on one side of a substrate defining a cavity through a resilient film 50 wherein the piezoelectric characteristics of the piezoelectric layer 70 is enhanced by setting the stress being applied thereto when a driving power is loaded to the piezoelectric oscillator equivalent to the stress being applied to the piezoelectric layer 70 at the time of film formation or higher than that in the tensile direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	01.08.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	28.09.2005
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2005-020881
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	28.10.2005
[Date of extinction of right]	

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] Actuator equipment characterized by the stress of said piezo electric crystal layer at the time of the load of the driving force being carried out to said piezoelectric transducer being equivalent to the stress at the time of membrane formation of said piezo electric crystal layer, or being large in the direction of tension in the actuator equipment possessing the piezoelectric transducer of the substrate which formed the cavity which, on the other hand, contains a piezo electric crystal layer in a field side through elastic membrane.
[Claim 2] Actuator equipment characterized by having bent in said piezo electric crystal layer side at the convex when said piezoelectric transducer of the field which counters said cavity forms said cavity in claim 1.

[Claim 3] The film tension of the diaphragm which consists of a bottom electrode which is formed on said elastic membrane and said elastic membrane, and constitutes said piezoelectric transducer in claim 1 or 2 The film tension of the field which counters the piezo electric crystal active section which consists of an upper electrode formed said piezo electric crystal layer which constitutes said piezoelectric transducer in the field which counters said cavity, and on it Actuator equipment characterized by being relatively smaller than film tension other than the field which counters said piezo electric crystal active section to a compression side.
[Claim 4] or [that set they to be / any of claims 1-3 /, said elastic membrane has compressive stress, and a part of elastic membrane concerned is thin] -- or the actuator equipment characterized by having the crevice which is not formed.
[Claim 5] It is actuator equipment characterized by being prepared in the field to which said crevice counters said piezoelectric transducer of said elastic membrane in claim 4.
[Claim 6] It is actuator equipment characterized by establishing said crevice in the field of said elastic membrane which counters the arm of the crosswise both sides of said piezoelectric transducer at least in claim 4.
[Claim 7] Actuator equipment with which said upper electrode which sets they to be [any of claims 1-6], and is formed on said piezo electric crystal layer is characterized by having compressive stress.
[Claim 8] It is actuator equipment characterized by setting they being [any of claims 1-7], and for said elastic membrane having the tension film which has tensile stress in said arm at least, and having the slot where the thickness of this tension film is thin, or this tension film is not formed between said arms of the tension film concerned.
[Claim 9] Actuator equipment which sets they to be [any of claims 1-8], and patterning is carried out to the field to which either said bottom electrode which constitutes said piezoelectric transducer, and said upper electrode counter said cavity, and is characterized by having the 2nd electrode of a pair on said piezo electric crystal layer front face which are the crosswise both sides of the electrode concerned by which patterning was carried out, and constitutes the piezoelectric transducer concerned.
[Claim 10] The 1st piezoelectric transducer by which patterning was carried out to the field to which it sets they to be [any of claims 1-9], and consists of said bottom electrode, said piezo electric crystal layer, and said upper electrode, and either said bottom electrode and said upper electrode counter said cavity, Actuator equipment characterized by having the 2nd piezoelectric transducer of a pair which attends the field to which it is prepared in the crosswise both sides of this 1st piezoelectric transducer, and the edge by the side of that 1st piezoelectric transducer concerned counters said cavity.
[Claim 11] Actuator equipment characterized by having set they being [any of claims 1-10], and said substrate having bent in said piezoelectric transducer side at the convex.
[Claim 12] Said substrate is actuator equipment characterized by joining the joint material used as the concave surface to which the plane of composition with said substrate was further dented in said

piezoelectric transducer side in claim 11.
[Claim 13] The ink jet type recording head characterized by constituting the head chip which it sets they to be [any of claims 1-12], and the nozzle formation member which has the nozzle orifice which is open for free passage to said cavity is joined to the another side side side of said substrate, fills ink to said cavity, and carries out the regurgitation of the ink from said nozzle orifice by the drive of said piezoelectric transducer.
[Claim 14] The ink jet type recording head characterized by forming said cavity in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric transducer by membrane formation and the lithography method in claim 13.
[Claim 15] The ink jet type recording head to which said piezo electric crystal layer is characterized by being formed by the sol-gel method or the sputtering method in claim 14.
[Claim 16] The ink jet type recording device characterized by providing which ink jet type recording head of claims 13-15.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention] This invention constitutes a part of pressure generating room from elastic membrane, forms a piezo electric crystal layer in the front face of this elastic membrane, and relates to an ink jet type recording device at the actuator equipment and the ink jet type recording head list which are made to transform a diaphragm with the variation rate of a piezo electric crystal layer.
[0002]
[Description of the Prior Art] A part of nozzle orifice which carries out the regurgitation of the ink droplet, and pressure generating room open for free passage are constituted from elastic membrane, and two kinds are put in practical use by the ink jet type recording head which makes this elastic membrane deform with a piezoelectric transducer, and the ink of a pressure generating room is pressurized [recording head], and makes an ink droplet breathe out from a nozzle orifice although what used the piezoelectric transducer in the longitudinal-oscillation mode elongated and contracted, and the piezoelectric transducer in flexurally oscillating mode were used for the shaft orientations of a piezoelectric transducer.
[0003] The former can change the volume of a pressure generating room by making the end face of a piezoelectric transducer contact elastic membrane, and while manufacture of the head suitable for high density printing is possible, a piezoelectric transducer is made in agreement with the array pitch of a nozzle orifice, the difficult process of carving in the shape of a ctenidium, and the activity which positions the piezoelectric transducer which was able to be carved in a pressure generating room, and is fixed are needed, and it has the problem that a production process is complicated.
[0004] On the other hand, the green sheet of piezoelectric material is stuck according to the configuration of a pressure generating room, a certain amount of area is needed for elastic membrane at the comparatively easy process of calcinating this, on the relation using flexural oscillation of what can fix a piezoelectric transducer, and the latter has the problem that a high density array is difficult.
[0005] On the other hand, that it should cancel un-arranging [of the latter recording head], what formed the piezoelectric transducer so that might continue on the surface of [whole] elastic membrane, a uniform piezoelectric-material layer might be formed with a membrane formation technique, this piezoelectric-material layer might be carved into the configuration corresponding to a pressure generating room by the lithography method and it might become independent for every pressure generating room is proposed so that JP,5-286131,A may see.
[0006] There is an advantage it not only can fix a piezoelectric transducer by the simple technique of the lithography method precisely, but that the activity which sticks a piezoelectric transducer on elastic membrane becomes unnecessary according to this, and can make thickness of a piezoelectric transducer thin and a high-speed drive is attained. In addition, the piezoelectric transducer corresponding to each pressure generating room can be driven by preparing only an upper electrode for every pressure generating room at least, preparing a piezoelectric-material layer on the surface of [whole] elastic membrane in this case.
[0007]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, by the manufacture approach by the thin film technology and the lithography method which were mentioned above, although a pressure generating room is formed after patterning of a thin film, in that case, the internal stress of a piezo electric crystal layer will be eased, and elastic membrane will bend in a pressure generating room side under the effect of the internal stress of a bottom electrode, and this bending will remain as initial deformation of elastic membrane. Therefore, there are a problem that the deformation of the elastic membrane by the drive of a piezoelectric transducer becomes small substantially, and a problem that the endurance of elastic membrane falls. Moreover, there is a problem that piezo-electric property with the sufficient piezo electric crystal layer of a piezoelectric transducer is not

demonstrated.

[0008] Moreover, such a problem exists similarly about the actuator equipment which has a piezoelectric transducer through elastic membrane in the one side of not only an ink jet type recording head but a substrate.

[0009] This invention makes it a technical problem to provide with an ink jet type recording device the actuator equipment and the ink jet type recording head list which improved the piezo-electric property of a piezo electric crystal layer in view of such a situation.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The 1st mode of this invention which solves the above-mentioned technical problem is in the actuator equipment characterized by the stress of said piezo electric crystal layer at the time of the load of the driving force being carried out to said piezoelectric transducer being equivalent to the stress at the time of membrane formation of said piezo electric crystal layer, or being large in the direction of tension in the actuator equipment possessing the piezoelectric transducer of the substrate which formed the cavity which, on the other hand, contains a piezo electric crystal layer in a field side through elastic membrane.

[0011] In this 1st mode, the piezo-electric property of a piezo electric crystal layer can improve, and the amount of displacement of elastic membrane can be improved.

[0012] In the 1st mode, the 2nd mode of this invention is in the actuator equipment characterized by having bent in said piezo electric crystal layer side at the convex, when said piezoelectric transducer of the field which counters said cavity forms said cavity.

[0013] In this 2nd mode, the piezo-electric property of a piezo electric crystal layer and the amount of displacement of elastic membrane improve, and excluded volume improves.

[0014] The film tension of the diaphragm which consists of a bottom electrode which the 3rd mode of this invention is formed on said elastic membrane and said elastic membrane in the mode of the 1st or 2, and constitutes said piezoelectric transducer The film tension of the field which counters the piezo electric crystal active section which consists of an upper electrode formed said piezo electric crystal layer which constitutes said piezoelectric transducer in the field which counters said cavity, and on it It is in the actuator equipment relatively characterized by the small thing at a compression side rather than film tension other than the field which counters said piezo electric crystal active section.

[0015] In this 3rd mode, the piezo-electric property of the piezo electric crystal layer which constitutes the piezo electric crystal active section improves, and the amount of displacement of elastic membrane increases.

[0016] the 4th mode of this invention -- which 1-3rd voice -- or [that set like, said elastic membrane has compressive stress, and a part of elastic membrane concerned is thin] -- or it is in the actuator equipment characterized by having the crevice which is not formed.

[0017] In this 4th mode, by establishing a crevice in elastic membrane, a part of compressive stress is opened wide, and the force of the direction of tension is given to a piezo electric crystal layer.

[0018] The 5th mode of this invention has said crevice in the actuator equipment characterized by being prepared in the field which counters said piezoelectric transducer of said elastic membrane in the 4th mode.

[0019] In this 5th mode, a part of compressive stress is wide opened in the field which counters the piezoelectric transducer of elastic membrane, and the force of the direction of tension is given to a piezo electric crystal layer.

[0020] The 6th mode of this invention has said crevice in the actuator equipment characterized by being prepared in the field of said elastic membrane which counters the arm of the crosswise both sides of said piezoelectric transducer at least in the 4th mode.

[0021] In this 6th mode, a part of compressive stress is wide opened in the field which counters the arm of the crosswise both sides of the piezoelectric transducer of elastic membrane, and the force of the direction of tension is given to a piezo electric crystal layer.

[0022] the 7th mode of this invention -- which 1-6th voice -- it sets like and said upper electrode currently formed on said piezo electric crystal layer is in the actuator equipment characterized by having compressive stress.

[0023] In this 7th mode, by carrying out patterning of the piezoelectric transducer, d compressive stress of an upper electrode is opened wide, and the force of the direction of tension is given to a piezo electric crystal layer.

[0024] the 8th mode of this invention -- which 1-7th voice -- it sets like, and it has the tension film which has tensile stress in said arm at least, and between said arms of the tension film concerned, said elastic membrane has the thin thickness of this tension film, or is in the actuator equipment characterized by having the slot in which this tension film is not formed.

[0025] By the arm, the force of the direction of tension is given to a piezo electric crystal layer by establishing a slot in the tension film in this 8th mode.

[0026] the 9th mode of this invention -- which 1-8th voice -- it sets like and either said bottom electrode which constitutes said piezoelectric transducer, and said upper electrode carry out patterning to the field which counters said cavity -- having -- the crosswise both sides of the electrode concerned by which patterning was carried out -- and it is in the actuator equipment characterized by having the 2nd electrode of a pair on said piezo electric crystal layer front face which constitutes the piezoelectric transducer concerned.

[0027] In this 9th mode, by impressing an electrical potential difference to inter-electrode [of a pair / 2nd], since electric field are impressed in the direction of a field, a piezo electric crystal layer serves as tensile stress.

[0028] the 10th mode of this invention -- which 1-9th voice -- with the 1st piezoelectric transducer by which patterning was carried out to the field to which it sets like, and consists of said bottom electrode, said piezo electric crystal layer, and said upper electrode, and either said bottom electrode and said upper electrode counter said cavity It is in the actuator equipment characterized by having the 2nd piezoelectric transducer of a pair which attends the field to which it is prepared in the crosswise both sides of this 1st piezoelectric transducer, and the edge by the side of that 1st piezoelectric transducer concerned counters said cavity.

[0029] In this 10th mode, by driving the 2nd piezoelectric transducer of a pair, the elastic membrane of the crosswise both sides of a cavity can pull up, and the force of the direction of tension is given to a piezo electric crystal layer.

[0030] The 11th mode of this invention is in the actuator equipment characterized by said substrate having bent in said piezoelectric transducer side at the convex in which 1-10th modes.

[0031] In this 11th mode, when a substrate bends, the force of the ****** direction is given to a piezo electric crystal layer, and a piezo-electric property improves.

[0032] The 12th mode of this invention has said substrate in the actuator equipment characterized by joining the joint material used as the concave surface on which the plane of composition with said substrate was dented further to said piezoelectric transducer side in the 11th mode.

[0033] In this 12th mode, the force of the direction of tension is given by joining a substrate to joint material by a substrate's being deformed into a convex by the reverse side with a cavity, and deforming a piezo electric crystal layer with this deformation.

[0034] the 13th mode of this invention -- which 1-12th voice -- it sets like, the nozzle formation member which has the nozzle orifice which is open for free passage to said cavity is joined to the another side side side of said substrate, and it is in the ink jet type recording head characterized by constituting the head chip which fills ink to said cavity and carries out the regurgitation of the ink to it from said nozzle orifice by the drive of said piezoelectric transducer.

[0035] This 13th mode can realize the ink jet type recording head which can perform the good ink regurgitation from a nozzle orifice by the drive of a piezoelectric transducer.

[0036] The 14th mode of this invention is in the ink jet type recording head characterized by forming said cavity in a silicon single crystal substrate of anisotropic etching, and forming each class of said piezoelectric transducer by membrane formation and the lithography method in the 13th mode.

[0037] In this 14th mode, the ink jet type recording head which has the nozzle orifice of high density can be manufactured in large quantities and comparatively easily.

[0038] The 15th mode of this invention has said piezo electric crystal layer in the ink jet type recording head characterized by being formed by the sol-gel method or the sputtering method in the 14th mode.

[0039] In this 15th mode, with the heat at the time of forming a piezo electric crystal layer, although stress strong against each film remains, the stress of a piezo electric crystal layer serves as the time of membrane formation, an EQC, or a tension side, and its piezo-electric property improves.

[0040] The 16th mode of this invention is in the ink jet type recording device characterized by providing the ink jet type recording head of which 13-15th modes.

[0041] In this 16th mode, the regurgitation property of a head can improve and the ink jet type recording device which can perform the ink regurgitation good can be realized.

[0042]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained at a detail based on an operation gestalt below.

[0043] (Operation gestalt 1) Drawing 1 is the decomposition perspective view showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and drawing 2 is drawing showing the cross-section structure in the longitudinal direction of a top view and its one pressure generating room.

[0044] The passage formation substrate 10 consists of a silicon single crystal substrate of field bearing (110) with this operation gestalt so that it may illustrate. As a passage formation substrate 10, a thing with a thickness of about 150-300 micrometers is used, and about 180-280 micrometers of things with a thickness of about 220 micrometers are usually more desirably suitable desirably. This is because an array consistency can be made high, maintaining the rigidity of the septum between adjoining pressure generating rooms.

[0045] One field of the passage formation substrate 10 turns into an effective area, and the elastic membrane 50 with a thickness of 1-2 micrometers which consists of diacid-ized silicon beforehand formed by thermal oxidation is formed in the field of another side.

[0046] On the other hand, the nozzle orifice 11 and the pressure generating room 12 are formed in the effective area of the passage formation substrate 10 by carrying out anisotropic etching of the silicon single crystal substrate.

[0047] If anisotropic etching is immersed in alkali solutions, such as KOH, a silicon single crystal substrate here It is eaten away gradually and nothing, and the above-mentioned (110) field and the 2nd field (111) which makes the include angle of about 35 degrees appear the 1st field (111) perpendicular to a field (110), this 1st field (111), and the include angle of about 70 degrees. (110) It is carried out using the property in which the etching rate of a field (111) is about 1/180 as compared with the etching rate of a field. By this anisotropic etching, precision processing can be performed on the basis of depth processing of the shape of the 1st two field (111) and a parallelogram formed in respect of [slanting / two] the 2nd (111), and the pressure generating room 12 can be arranged to high density.

[0048] The long side of each pressure generating room 12 is formed, and the shorter side is formed in respect of the 2nd (111) in respect of the 1st (111) with this operation gestalt. This pressure generating room 12 is formed by etching until it penetrates the passage formation substrate 10 mostly and reaches elastic membrane 50. In addition, elastic membrane 50 has the very small amount invaded by the alkali solution which etches a silicon single crystal substrate.

[0049] On the other hand, each nozzle orifice 11 which is open for free passage at the end of each pressure generating room 12 is formed more shallowly [narrow] than the pressure generating room 12. That is, the nozzle orifice 11 is formed by etching a silicon single crystal substrate in the thickness direction to the middle (half etching). In addition, half etching is performed by adjustment of etching time.

[0050] Here, the magnitude of the pressure generating room 12 which gives an expulsion-of-an-ink-droplet pressure to ink, and the magnitude of the nozzle orifice 11 which carries out the regurgitation of the ink droplet are optimized according to the amount of the ink droplet which carries out the regurgitation, regurgitation speed, and a regurgitation frequency. For example, when recording 360 ink droplets per inch, it is necessary to form a nozzle orifice 11 with a sufficient precision with the flute width of dozens of micrometers.

[0051] Moreover, each pressure generating room 12 and the common ink room 31 mentioned later are opened for free passage through the ink supply free passage opening 21 formed in the location corresponding to the end section of each pressure generating room 12 of the closure plate 20 mentioned later, respectively, and ink is supplied from the common ink room 31 through this ink supply free passage opening 21, and is distributed to each pressure generating room 12.

[0052] The closure plate 20 consists of crystallized glass with which the ink supply free passage opening 21 corresponding to each above-mentioned pressure generating room 12 was drilled and which thickness is 0.1-1mm, and coefficient of linear expansion is 300 degrees C or less, for example, is 2.5-4.5 [x10-6/degree C]. In addition, the ink supply free passage opening 21 may be two or more slit [A / which crosses near the ink supply side edge section of each pressure generating room 12 / one slit hole 21] hole 21B, as shown in drawing 3 (a) and (b). The closure plate 20 covers the whole surface of the passage formation substrate 10 extensively in respect of one side, and the duty of the back up plate which protects a silicon single crystal substrate from an impact or external force also achieves it. Moreover, on the other hand, the closure plate 20 comes out, and constitutes one wall surface of the common ink room 31.

[0053] The common ink room formation substrate 30 forms the peripheral wall of the common ink room 31, pierces the stainless plate of proper thickness according to nozzle numerical aperture and an expulsion-of-an-ink-droplet frequency, and is produced. With this operation gestalt, thickness of the common ink room formation substrate 30 is set to 0.2mm.

[0054] The ink room side plate 40 consists of a stainless steel substrate, and constitutes one wall surface of the common ink room 31 from one field. Moreover, by forming crevice 40a in a part of field of another side by half etching, a thin wall 41 is formed in the ink room side plate 40, and the ink inlet 42 which receives the ink supply from the outside is further pierced and formed in it. In addition, a thin wall 41 is for absorbing the nozzle orifice 11 generated in the case of expulsion of an ink droplet, and the pressure which goes to the opposite side, and prevents that forward [unnecessary] or negative pressure joins other pressure generating rooms 12 via the common ink room 31. Although the ink room side plate 40 is set to 0.2mm and the part is used as the thin wall 41 with a thickness of 0.02mm with this operation gestalt in consideration of rigidity required at the time of connection between the ink inlet 42 and an external ink supply means etc., in order to omit formation of the thin wall 41 by half etching, it is good also as 0.02mm from the start in the thickness of the ink room side plate 40.

[0055] On the other hand, with the effective area of the passage formation substrate 10, on the elastic membrane 50 of the opposite side, although the tension film 51 which is 0.2-0.6 micrometers and has tensile stress is formed and being mentioned later in detail, the slot 52 where 51 is not formed in a part of part corresponding to the piezo electric crystal active section 320 of this tension film 51 in the tension film is formed for thickness. Moreover, in this operation gestalt, on this tension film 51, further, the compression film 53 which has compressive stress by 0.5-1 micrometer is formed, and patterning of the thickness is carried out with the piezo electric crystal active section 320 in the process mentioned later.

[0056] Moreover, on this compression film 53, laminating formation is carried out in the process which thickness mentions [thickness] later with the bottom electrode layer 60 which is about 0.2 micrometers, and the upper electrode layer 80 which is about 0.1 micrometers mentions [the piezo electric crystal film 70 which is about 1 micrometer, and thickness] later, and the piezoelectric transducer (piezoelectric device) 300 is constituted. Here, a piezoelectric transducer 300 says the part containing the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80. Generally, one electrode of the piezoelectric transducers 300 is used as a common electrode, every pressure generating room 12, patterning of the electrode and the piezo electric crystal film 70 of another side is carried out, and they are constituted. And it consists of one of the electrodes and the piezo electric crystal film 70 by which patterning was carried out here, and the part which a piezo-electric distortion produces by impression of the electrical potential difference to two electrodes is called piezo electric crystal active section 320. Although the bottom electrode layer 60 considers as the common electrode of a piezoelectric transducer 300 and the upper electrode layer 80 is used as the individual electrode of a piezoelectric transducer 300 with this operation gestalt, it is convenient even if reverse [in this] on account of a drive circuit or wiring. In the case of which, the piezo electric crystal active section will be formed for every pressure generating room.

[0057] Here, the process which forms piezo electric crystal film 70 grade on the passage formation substrate 10 which consists of a silicon single crystal substrate is explained, referring to drawing 4 .

[0058] As shown in drawing 4 (a), the elastic membrane 50 which oxidizes thermally the wafer of the silicon single crystal substrate used as the passage formation substrate 10 with about 1100-degree C diffusion furnace first, and consists of diacid-ized silicon is formed.

[0059] Next, as shown in drawing 4 (b), the tension film 51 which has tensile stress by the sputtering method is formed. Although it will not be limited especially if this tension film 51 has tensile stress and can be equal to the deformation in the case of the ink regurgitation, metal membranes, such as Pt and Ir, are suitable, for example.

[0060] Next, as shown in drawing 4 (c), the slot 52 in which the tension film 51 is not formed is formed by carrying out patterning of a part of direction of a field of the part corresponding to the piezo electric crystal active section 320 of the tension film 51, and removing the tension film 51. or [that it is the same as the width of face of the piezo electric crystal active section 320 to the field corresponding to the piezo electric crystal active section 320 although especially the width of face of this slot 52 is not limited] -- or it is desirable to form some narrowly.

[0061] Next, as shown in drawing 4 (d), the compression film 53 which has compressive stress is formed. For example, with this operation gestalt, the compression film 53 which has compressive stress using the zirconium dioxide film of monoclinic system was formed. This compression film 53 is formed on the tension film 51 by carrying out thermal oxidation processing of the zirconium layer in oxygen after formation by the sputtering method in about 1150-degree C diffusion furnace, and has strong compressive stress. Here, since a zirconium is heated more than phase transition temperature in case it oxidizes, it causes phase transition at the time of cooling, serves as monoclinic system, and turns into a zirconium dioxide which has compressive stress.

[0062] Next, as shown in drawing 4 (e), the bottom electrode layer 60 is formed by sputtering. As an ingredient of the bottom electrode layer 60, Pt etc. is suitable. The below-mentioned piezo electric crystal film 70 which this forms with sputtering or a sol-gel method is because it is necessary to make it calcinate and crystallize at the temperature of about 600-1000 degrees C under an atmospheric-air ambient atmosphere or an oxygen ambient atmosphere after membrane formation. That is, when conductivity must be able to be held under such an elevated temperature and an oxidizing atmosphere and PZT is especially used as piezo electric crystal film 70, as for the ingredient of the bottom electrode layer 60, it is desirable for there to be little conductive change by diffusion of PbO, and Pt is suitable for it from these reasons.

[0063] Next, as shown in drawing 4 (f), the piezo electric crystal film 70 is formed. Although sputtering can also be used for membrane formation of this piezo electric crystal film 70, with this operation gestalt, spreading desiccation is carried out, the so-called sol which dissolved and distributed the metal organic substance at the solvent is gelled, and the so-called sol-gel method which obtains the piezo electric crystal film 70 which consists of a metallic oxide by calcinating at an elevated temperature further is used. As an ingredient of the piezo electric crystal film 70, when the ingredient of a titanic-acid lead zirconate (PZT) system uses it for an ink jet type recording head, it is suitable.

[0064] Next, as shown in drawing 4 (g), the upper electrode layer 80 is formed. The upper electrode layer 80 is a conductive high ingredient, it is desirable to have compressive stress, for example, it is forming Ir by the sputtering method with this operation gestalt.

[0065] Next, as shown in drawing 5 , patterning of the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, the upper electrode layer 80, and the compression film 53 is carried out.

[0066] First, as shown in drawing 5 (a), the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80 are etched together, and patterning of the whole bottom electrode layer 60 pattern is carried out. Subsequently, as shown in drawing 5 (b), the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 are etched, and patterning of the piezo electric crystal active section 320 is performed. Subsequently, etching removes the bottom electrode layer 60 of the crosswise both sides of the piezo electric crystal active section 320, and the arm of the so-called diaphragm, and the compression film 53 at least drawing 5 (c) So that it may be shown.

[0067] With this operation gestalt, although the pressure generating room 12 is formed by etching after that, the state of stress which the piezo electric crystal active section 320 at this time receives is explained below. In addition, drawing 6 is drawing having shown typically the state of stress in which each class before and behind formation receives the pressure generating room 12 by etching.

[0068] Each class in the condition of having formed membranes to the passage formation substrate 10 has received compressive stress sigma1, sigma2, and sigma3 from the passage formation substrate 10, as shown in drawing 6 (a), and as for elastic membrane 50, the compression film 53, and the upper electrode layer 80, the bottom electrode layer 60 and the piezo electric crystal film 70 have received tensile stress sigma4 and sigma5. Moreover, although the tension film 51 has also received tensile stress sigma6 from the passage formation substrate 10, since the slot 52 is formed in the field to which patterning of the piezo electric crystal active section 320 is carried out, a part is opened wide and it is. Moreover, substantially, tensile stress sigma6 of the tension film 51 will act in the compression direction by the slot 52 side, in view of the passage formation substrate 10 of the field which counters the pressure generating room 12.

[0069] And if patterning of the piezo electric crystal active section 320 is carried out as shown in drawing 6 (b), a part will be opened wide and, as for the tensile stress sigma4 and sigma5 of the bottom electrode layer 60 and the piezo electric crystal film 70, a part of compressive-stress sigma3 will be wide opened also for the upper electrode layer 80. Moreover, like this upper electrode layer 80, although a part is wide opened also for compressive-stress sigma2 of the compression film 53, since patterning of the tension film 51 is not carried out, tensile stress sigma6 are not opened wide.

[0070] Subsequently, if the pressure generating room 12 is formed under the piezo electric crystal active section 320 as shown in drawing 6 (c), the film of the compressive stress currently formed corresponding to the piezo electric crystal active section 320 and the film of the tensile stress currently formed corresponding to the outside of the piezo electric crystal active section 320 will act as force which pulls the piezo electric crystal film. That is, stress sigma6 of the tension film 51 pull the piezo electric crystal film 70 of the piezo electric crystal active section 320 to compressive-stress sigma1 of the upper electrode layer 80, compressive-stress sigma2 of the compression film 53, and a pan. Although tensile stress sigma5 of the bottom electrode layer 60 tend to make it ease the stress of the piezo electric crystal film 70 in the compression direction The tension of the whole film which integrated this operation gestalt with membranous stress in the thickness direction Except the field where the direction of the field which counters the piezo electric crystal active section 320 counters the piezo electric crystal active section 320, since it is relatively small to a compression side, the stress of the piezo electric crystal film 70 becomes large in the time of membrane formation, an EQC, or the direction of tension with formation of the pressure generating room 12.

[0071] Moreover, in addition to the force in which the stress sigma1 and sigma3 of elastic membrane 50 and the upper electrode layer 80 was opened wide acting, in the compression direction, the stress sigma6 and sigma2 of the tension film 51 and the compression film 53 acts in the direction of tension with this operation gestalt to the force in which the stress sigma4 and sigma5 of the bottom electrode layer 60 and the piezo electric crystal film 70 was opened wide acting. Therefore, when the force of the direction of tension is increased, a diaphragm deforms convex and the force of both directions balances, bending of a diaphragm is hardly generated. Furthermore, with this operation gestalt, in case the pressure generating room 12 is formed, as for the part of the arm of a diaphragm, the force in which stress sigma6 of the stress sigma1 and the tension film 51 of elastic membrane 50 are opened wide acts only in the direction of tension. Therefore, on suitable conditions, a diaphragm deforms convex.

[0072] In addition, in not forming the tension film 51 and the compression film 53, as shown in drawing 7 (a), before pressure generating room 12 formation, elastic membrane 50 and the upper electrode layer 80 have received compressive stress sigma1 and sigma3 to the bottom electrode layer 60 and the piezo electric crystal film 70 having received tensile stress sigma4 and sigma5, respectively. And to becoming the force which the tensile stress sigma4 and sigma5 of the bottom electrode layer 60 and the piezo electric crystal film 70 is opened wide, and it is going to contract, if the pressure generating room 12 is formed, since patterning of the elastic membrane 50 is not carried out, only the compressive stress of the top electrode layer 80 is opened wide, and it serves as force of the direction of hauling. As a result, since the force of the compression direction is larger than the force of the **** direction, as elastic membrane 50 is shown in drawing 7 (b), it deforms convex and this remains as initial deformation. Moreover, under the conditions which such initial deformation produces, the tensile stress at the time of membrane formation of the piezo electric crystal film 70 declined, it became compressive stress depending on the case, and, thereby, the knowledge of a piezo-electric property falling remarkably was carried out.

[0073] As mentioned above, with this operation gestalt, the tension film 51 was formed on elastic membrane 50, the slot 52 was established in the field corresponding to the piezo electric crystal active section 320, and the compression film 53 was further formed on the tension film 51. Thereby, the force in which the stress of the tension film 51 was wide opened after patterning and pressure generating room 12 formation turns into force of the direction of tension substantially in the piezo electric crystal active section 320, and the force in which the stress of the compression film 53 was opened wide turns into force of the **** direction. Thereby, the stress of the piezo electric crystal film 70 becomes large in the time of membrane formation, an EQC, or the direction of tension. Moreover, it turned out that the piezo-electric property of the piezo electric crystal film 70 is excellent in the way which has tensile stress, so that there are few amounts of bending in this way. Therefore, by the configuration of this operation gestalt, the piezo-electric property of the piezo electric crystal film 70 can be improved, and excluded volume can be increased.

[0074] Furthermore, since the force in which the stress of these tension film 51 and the compression film 53 was opened wide acts in the direction of tension in addition to the force in which the stress of elastic membrane 50 and the upper electrode layer 80 was opened wide, the force of the compression direction in which the bottom electrode layer 60 and the piezo electric crystal layer 70, and stress were opened wide is offset, and deformation of the elastic membrane 50 by pressure generating room 12 formation can be reduced or abolished. Thereby, the deformation of a diaphragm can be improved.

[0075] Although the pressure generating room 12 was formed in above-mentioned explanation after carrying out patterning of the piezo electric crystal active section 320 As shown in drawing 2 , the top face of each up electrode layer 80 at least in fact A periphery, And the insulator layer 90 equipped with electric insulation so that the side face of the piezo electric crystal film 70 and the bottom electrode layer 60 might be covered is formed. Furthermore, contact hole 90a to which a part of upper electrode layer 80 is exposed in order to connect the top face of the part corresponding to the end section of each piezo electric crystal active section 320 of the insulator layer 90 to a part of wrap part with the lead electrode 100 is formed. The lead electrode 100 with which an end connects with each up electrode layer 80 through this contact hole 90a, and the other end is prolonged in a connection terminal area may be formed. Here, as for the lead electrode 100, it is desirable to form so that it may become narrow width of face as much as possible to extent which can supply a driving signal to the upper electrode layer 80 certainly. In addition, with this operation gestalt, although contact hole 90a is prepared in the location which counters the peripheral wall of the pressure generating room 12, it may carry out patterning of the piezo electric crystal active section 320 into the field which counters the pressure generating room 12, and may prepare contact hole 90a in the location which counters the pressure generating room 12.

[0076] Moreover, a series of film formation and anisotropic etching which were explained above form much chips on one wafer at coincidence, and divide them after process termination every passage formation substrate 10 of one chip size as shown in drawing 1 . Moreover, sequential adhesion is carried out with the closure plate 20, the common ink room formation substrate 30, and the ink room side plate 40, and it unifies, and let the divided passage formation substrate 10 be an ink jet type recording head.

[0077] Thus, the constituted ink jet head Ink is incorporated from the ink inlet 42 linked to the external ink supply means which is not illustrated. After filling the interior with ink until it results [from the common ink room 31] in a nozzle orifice 11, By impressing an electrical potential difference between the bottom electrode layer 60 and the upper electrode layer 80 through the lead electrode 100, bending and making elastic membrane 50, the bottom electrode layer 60, and the piezo electric crystal film 70 transform according to the record signal from the drive circuit of the exterior which is not illustrated The pressure in the pressure generating room 12 increases, and an ink droplet carries out the regurgitation from a nozzle orifice 11.

[0078] In addition, although the tension film 51 is formed by Pt, Ir, etc. and the compression film 53 was formed by the zirconium dioxide etc. with this operation gestalt as mentioned above, it is not limited to this, for example, you may make it form by stability or a partial stabilization zirconium dioxide etc. which made the tension film 53 tensile stress by adding additives, such as MgO, CaO, or a rare earth oxide, about several%. At this time, it is desirable that it is the ingredient which approximated the compression film 53 to the tension film 51, for example, the zirconium dioxide of monoclinic system which has compressive stress is suitable. Thus, the effectiveness that both adhesion improves is done so by forming the tension film 51 and the compression film 53 with the approximated ingredient. Moreover, by forming elastic membrane 50 by the diacid-ized zirconia, to the case of such a configuration, it will be formed with the ingredient which all the parts to which the tension film 51 contacts other film approximated, and adhesion improves further to it.

[0079] Moreover, with this operation gestalt, although formed by removing the tension film 51 completely in the thickness direction, a slot 52 may be formed by removing a part of thickness direction [at least] of the tension film 51 by half etching etc., as it is not limited to this, for example, is shown in drawing 8 . In addition, what is necessary is to take it into consideration from the stress balance of the whole film, and just to determine it, since the force in which the tensile stress of the tension film 51 is opened wide is proportional to this depth although especially the depth of this slot 52 is not limited. Since the same effectiveness as **** can be acquired and an adhesion side with the compression film 53 is constituted from same ingredient by such configuration, adhesion improves.

[0080] (Operation gestalt 2) This operation gestalt is the example which gave the force to the piezo electric crystal film in the direction of tension by preparing the crevice which removed a part of thickness direction to some diaphragms which have compressive stress, without forming the tension film and the compression film, and opening a part of compressive stress of a diaphragm.

[0081] Drawing 9 is drawing showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 2, and a top view, (b), and (c) of (a) are the B-B'line sectional view and C-C' line sectional view, respectively.

[0082] With this operation gestalt, as shown in drawing 9 , the bottom electrode layer 60 is formed on elastic membrane 50, and the piezo electric crystal active section 320 which consists of piezo electric crystal film 70 and an upper electrode layer 80 is formed in the field which counters the pressure generating room on the bottom [this] electrode layer 60. And a longitudinal direction is covered in the crosswise abbreviation center section of the field which counters the piezo electric crystal active section 320, and the crevice 325 which removed a part of thickness direction of elastic membrane 50 by width of face narrower than the width of face of the piezo electric crystal active section 320 is established in the elastic membrane 50 of the field which counters the pressure generating room 12. In the part which formed the crevice 325 of elastic membrane 50, compressive stress is opened wide and it becomes the force of the direction of tension relatively. Moreover, since the magnitude of the force of this direction of tension is proportional to the depth of a crevice 325, as for the depth of a crevice 325, it is desirable to make it 0.5 or more times of the thickness of elastic membrane 50.

[0083] Here, deformation of the elastic membrane 50 when forming a crevice 325 in this way and the bottom electrode layer 60 is explained. Drawing 10 is drawing having shown typically deformation of elastic membrane 50 and the bottom electrode layer 60.

[0084] As shown in drawing 10 (a), where patterning of the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 is carried out, the piezo electric crystal film 70 and the bottom electrode layer 60 have the residual stress of the direction to contract, and elastic membrane 50 has the residual stress of the direction to elongate. Here, if the pressure generating room 12 is formed as usual, since the neutral plane of bending of the piezo electric crystal active section 320 is located in the lower layer section of quite the bottom rather than the one half of the thickness of the bottom electrode layer 60, as shown in drawing 10 (b), the piezo electric crystal active section 320 deforms convex, and big initial deformation produces it.

[0085] On the other hand, since the neutral plane of bending moves into the upper part 70, for example, the piezo electric crystal film, by forming a crevice 325 in a diaphragm in case the pressure generating room 12 is formed as mentioned above, the deformation in the abbreviation center section of the pressure generating room 12 is reduced, and the piezo electric crystal active section 320 can stop the whole amount of initial displacement small, as shown in drawing 10 (c). That is, a part of compressive stress is wide opened by the crevice 325 of elastic membrane 50, and the force of the direction of tension is given to the piezo electric crystal film 70. Thereby, stress of the piezo electric crystal film 70 can be made strong [in the direction of tension] on a par with the time of membrane formation.

[0086] Moreover, as for the range until it is necessary to design the magnitude of such a crevice 325 so that the fall of the endurance of a diaphragm may not be influenced greatly, although initial deformation of a diaphragm is reduced good, and the depth reaches a part of bottom electrode layer 60 by 0.5 or more times of the thickness of elastic membrane 50, and width of face, it is desirable that it is the 0.5 to 0.7 times as much range as the width of face of the piezo electric crystal active section 320.

[0087] Anyway, since it is greatly dependent on the width of face of the piezo electric crystal active section 320, the width of face of the pressure generating room 12, etc. at the internal stress which remains to the piezo electric crystal film 70, the bottom electrode layer 60, and elastic membrane 50 and thickness, and a list, the design of such a crevice 325 needs to determine an optimum value in consideration of these.

[0088] Thus, in this invention, a part of compressive stress of elastic membrane 50 is wide opened by ** which establishes a crevice 325 in elastic membrane 50, and the force of the direction of tension is given to the piezo electric crystal film 70. By this, the stress of the piezo electric crystal film 70 can be equivalent to the time of membrane formation, or can make it strong in the direction of tension, and a piezo-electric property can be improved substantially.

[0089] Moreover, it can move up in the neutral plane of bending of the piezo electric crystal active section 320, and the amount of initial displacement which happens in case the pressure generating room 12 is formed can be reduced. Therefore, the excluded volume at the time of a drive can be improved.

[0090] (Operation gestalt 3) Drawing 11 is drawing showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 3, and a top view, (b), and (c) of (a) are the D-D'line sectional view and E-E' line sectional view, respectively.

[0091] This operation gestalt except having prepared crevice 325A in the diaphragm arm of the crosswise both sides of the piezo electric crystal active section 320 It is the same as that of the operation gestalt 2, and as shown in drawing 11 , in the field which counters the pressure generating room 12, crevice 325A of this operation gestalt covers a longitudinal direction, and is formed in the elastic membrane 50 of the crosswise both sides of the piezo electric crystal active section 320 in the about 0.5 to 1 time [of the thickness of elastic membrane 50] depth. In addition, with this operation gestalt, since crevice 325A is formed in a diaphragm arm, the bottom electrode layer removal section has secured the reinforcement of a diaphragm, without forming.

[0092] Also in such a configuration, like the operation gestalt 2, a part of compressive stress of elastic membrane 50 is wide opened by crevice 325A, and the force of the direction of tension is given to the piezo electric crystal film 70. Therefore, the stress of the piezo electric crystal film 70 is equivalent to pressure generating room 12 formation before, or becomes strong in the direction of tension, and a piezo-electric property can be improved substantially.

[0093] Although the above-mentioned operation gestalt explained the example which adjusted the stress of the piezo electric crystal film by membrane stress, it explains the example which gives the force of the direction of tension positively to the piezo electric crystal film with the following operation gestalten.

[0094] (Operation gestalt 4) Drawing 12 is the important section flat surface and sectional view of an ink jet type recording head concerning the operation gestalt 4.

[0095] This operation gestalt forms the 2nd electrode 81 and 82 of a pair at the crosswise both sides of the upper electrode layer 80 and this upper electrode layer 80 on the piezo electric crystal film 70 which constitutes the piezo electric crystal active section, and are this 2nd electrode 81 and the example which made the piezo electric crystal film 70 tensile stress positively by impressing an electrical potential difference among 82.

[0096] With this operation gestalt, as shown in drawing 12 , the piezoelectric transducer 300 which has the piezo electric crystal film 70 and upper electrode layer 80 grade is formed in the field which counters the pressure generating room 12 fundamentally, and forms the piezo electric crystal active section 320. Moreover, on the piezo electric crystal film 70 of the part corresponding to each piezo electric crystal active section 320, the 2nd electrode layer 81 and 82 is installed by the upper electrode layer 80 and its crosswise both sides through the slot 83.

[0097] Moreover, contact holes 90a, 90b, and 90c are formed in the insulator layer 90 near the longitudinal direction end section of each up electrode layer 80 and the 2nd electrode layer 81 and 82, respectively, and it connects with the separate lead electrodes 100,100A and 100B at it. In addition, contact hole 90d is prepared also in the insulator layer 90 on the bottom electrode layer 60, and it connects with lead electrode 100C within contact hole 90d like the upper electrode layer 80.

[0098] In such a configuration, since tensile stress produces a predetermined electrical potential difference on the piezo electric crystal film 70 through the lead electrodes 100A and 100B between the 2nd electrode 81 and 82 by impressing electric field to impression 70, i.e., the piezo electric crystal film, in this condition, the piezo-electric property of the piezo electric crystal film 70 improves substantially like an above-mentioned operation gestalt.

[0099] While canceling an electrical potential difference, following, for example, impressing an electrical potential difference between the 2nd electrode 81 and 82, an electrical potential difference can be impressed between the upper electrode layer 80 and the bottom electrode layer 60, and the regurgitation of a lot of ink than the case of only a drive of the piezo electric crystal active section 320 can be carried out by driving the piezo electric crystal active section 320.

[0100] Moreover, although the upper electrode layer 80 and the 2nd electrode 81 and 82 were formed on the same flat surface of the piezo electric crystal film 70 with this operation gestalt As it is not limited to this, for example, is shown in drawing 13 , patterning of the both-sides side of the piezo electric crystal film 70 which constitutes a part of piezo electric crystal active section 320 is carried out from the bottom so that it may become narrow gradually toward the upper part. The crosswise both-sides side of the piezo electric crystal film 70 is set to inclined plane 70a, and you may make it form the upper electrode layer 80 and the 2nd electrode layer 81 and 82, respectively on the top face of the piezo electric crystal film 70, and both inclined planes. By such configuration, since the 2nd electrode layer 81 and 82 inclines in the direction which carries out phase opposite, inclined plane 70a of the piezo electric crystal film 70 with which the 2nd electrode layer 81 and 82 was formed can impress an electrical potential difference certainly among both, can be certainly made into tensile stress with the piezo electric crystal film 70, and can improve a piezo-electric property substantially.

[0101] (Operation gestalt 5) Drawing 14 is the top view and sectional view showing the important section of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 5.

[0102] This operation gestalt is the example which gave the force of the direction of tension positively to the piezo electric crystal film 70, when the end section prepares 2nd piezoelectric transducer 300B of the pair which attends the field which counters the pressure generating room 12 and drives this 2nd piezoelectric transducer 300B on crosswise both sides of the piezoelectric transducer 300 by which patterning was carried out to the field which counters the pressure generating room 12.

[0103] As shown in drawing 14 , on the elastic membrane 50 of the field corresponding to the pressure generating room 12, the 1st piezoelectric transducer containing the bottom electrode layer 60, the piezo electric crystal film 70, and the upper electrode layer 80 is prepared, and 1st piezo electric crystal active section 320A which the part of the field which counters each pressure generating room 12 becomes from the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 consists of these operation gestalten. Moreover, on the peripheral wall of the crosswise both sides of each pressure generating room 12, the middle segment 310 containing the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 is formed, the part of the both ends is set to 2nd piezoelectric transducer 300B, and the part which has attended the field to which the piezo electric crystal film 70 and the upper electrode layer 80 counter the pressure generating room 12 is set to 2nd piezo electric crystal active section 320B. With this operation gestalt, since it is prepared in the both ends of the middle segment 310 prepared between the adjoining pressure generating rooms 12, when 2nd piezo electric crystal active section 320B drives 2nd piezo electric crystal active section 320B, it will drive the whole together.

[0104] As such a configuration shows to drawing 15 (a), in the condition of not impressing the electrical potential difference to the 1st and 2nd piezo electric crystal active sections 320A and 320B, the diaphragm is deforming convex under the effect of membranous internal stress. Here, since 2nd piezo electric crystal active section 320B tends to bend as by impressing a predetermined electrical potential difference to 2nd piezoelectric transducer 300B shows to drawing 15 (b), a diaphragm can be pulled up in response to the force f of the **** direction. At this time, the piezo electric crystal film 70 of the 1st piezo electric crystal active section 320 will also receive the force of the direction of tension. By this, the stress of the piezo electric crystal film 70 is equivalent to the time of membrane formation, or becomes large in the direction of tension, and a piezo-electric property can be improved substantially.

[0105] Moreover, although the middle segment was formed with this operation gestalt succeeding the adjoining pressure generating room, patterning of the upper electrode layer 80 and the piezo electric crystal film 70 which constitute the middle segment 310 is carried out in the field which counters on the peripheral wall of the cross direction of the pressure generating room 12, and you may make it form independently 2nd piezoelectric transducer 300B every pressure generating room 12, as it is not limited to this, for example, is shown in drawing 16 . In this case, 2nd piezo electric crystal active section 320B can be made to drive independently every pressure generating room 12 near the longitudinal direction end section of 2nd piezoelectric transducer 300B by connecting the upper electrode layer 80 and the lead electrode 100 through contact hole 90b, respectively.

[0106] By such configuration as well as ****, by driving 2nd piezo electric crystal active section 300B, the force of the direction of tension can be given to the piezo electric crystal film 70 of 1st piezo electric crystal active section 320A, and a piezo-electric property can be improved.

[0107] (Operation gestalt 6) Drawing 17 is the perspective view of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 5.

[0108] This operation gestalt is the example which gave the force of the direction of tension to the piezo electric crystal film 70 by making the passage formation substrate 10 deform mechanically.

[0109] As shown in drawing 17 , after having carried out sequential adhesion with the closure plate 20, the common ink room formation substrate 30, and the ink room side plate 40, unifying and using the passage formation substrate 10 as an ink jet type recording head, it was made to join to an attachment component 110 further with this operation gestalt in the field by the side of the piezoelectric transducer 300 of the passage formation substrate 10.

[0110] This attachment component 110 has the crevice 112 for missing the piezoelectric transducer 300 formed by membrane formation which it serves as the case where the whole ink jet type recording head is finally held, and the plane of composition with the passage formation substrate 10 is the concave surface 111 dented in the piezoelectric transducer 300 side, and was mentioned above.

[0111] By joining the passage formation substrate 10 to the concave surface 111 of such an attachment component 110, the passage formation substrate 10 will deform into a convex, and the piezo electric crystal film 70 will also be transformed into a piezoelectric transducer 300 side convex with deformation of this passage formation substrate 10. That is, the force of the direction of tension is given. Therefore, the piezo-electric property of the piezo electric crystal film 70 can be improved like this operation gestalt by making the passage formation substrate 10 deform mechanically as well as an above-mentioned operation gestalt.

[0112] (Other operation gestalten) Although each operation gestalt of this invention was explained above, the fundamental configuration of an ink jet type recording head is not limited to what was mentioned above.

[0113] For example, it is good also considering the common ink room formation plate 30 besides the closure plate 20 mentioned above as a product made from crystallized glass, and it is still better also as a product made from crystallized glass b, using the light-gage film 41 as another member, and modification of an ingredient, structure, etc. is free.

[0114] Moreover, with the operation gestalt mentioned above, although the nozzle orifice is formed in the end face of the passage formation substrate 10, the nozzle orifice which projects in the direction perpendicular to a field may be formed.

[0115] Thus, it is ************ to drawing 19 about the cross section of drawing 18 and its passage in the decomposition perspective view of the constituted operation gestalt. With this operation gestalt, a nozzle orifice 11 is drilled by the nozzle substrate 120 opposite to a piezoelectric transducer, and the nozzle free passage opening 22 which opens these nozzle orifices 11 and the pressure generating room 12 for free passage is arranged so that the closure plate 20, the common ink room formation plate 30, light-gage plate 41A, and ink room side plate 40A may be penetrated.

[0116] In addition, it is the same as that of the operation gestalt 1 fundamentally mentioned above except this operation gestalt having, used light-gage plate 41A and ink room side plate 40A as another member in addition to this, and having formed opening 40b in the ink room side plate 40, and the explanation which gives the same sign to the same member and overlaps is omitted.

[0117] Moreover, of course, it is applicable also like the ink jet type recording head of the type in which the common ink room was formed in the passage formation substrate.

[0118] Moreover, although each operation gestalt explained above made the example the ink jet type recording head of the thin film mold which can be manufactured by applying membrane formation and a lithography process Not the thing limited to this, of course but the thing which carries out the laminating of the substrate and forms a pressure generating room, Or this invention is employable as the ink jet type recording head of various kinds of structures, such as a thing which forms the piezo electric crystal film for a green sheet by pasting or screen-stencil, or a thing which forms the piezo electric crystal film with crystal growth.

[0119] Moreover, although the example which prepared the insulator layer between the piezoelectric transducer and the lead electrode was explained, it is good also as a configuration which carries out heat welding of the anisotropy electric conduction film, connects this anisotropy electric conduction film with a lead electrode, or is connected to each up electrode in addition to this using various bonding techniques, such as wirebonding, without not being limited to this, for example, preparing an insulator layer.

[0120] Thus, this invention is applicable to the ink jet type recording head of various structures, unless it is contrary to the meaning.

[0121] Moreover, the ink jet type recording head of each [these] operation gestalt constitutes a part of recording head unit possessing an ink cartridge etc. and ink passage open for free passage, and is carried in an ink jet type recording device. Drawing 20 is the schematic diagram showing an example of the ink jet type recording device.

[0122] As shown in drawing 20 , the carriage 3 which was formed removable and carried these recording head units 1A and 1B is formed free [shaft-orientations migration on the carriage shaft 5 with which cartridge 2A and 2B from which the recording head units 1A and 1B which have an ink jet type recording head constitute an ink supply means were attached in the body 4 of equipment]. These recording head units 1A and 1B shall carry out the regurgitation of a black ink constituent and the color ink constituent, respectively, for example.

[0123] And the carriage 3 which carried the recording head units 1A and 1B is moved in accordance with the carriage shaft 5 by being transmitted to carriage 3 through two or more gearings and timing belts 7 which the driving force of a drive motor 6 does not illustrate. On the other hand, in accordance with the carriage shaft 5, the platen 8 is formed in the body 4 of equipment, and record sheet S which is record media, such as paper to which paper was fed with the feed roller which is not illustrated, winds around a platen 8, is hung, and is conveyed.

[0124]

[Effect of the Invention] according to [as explained above] this invention -- the internal stress of other film, or giving the force of the direction of tension positively to the piezo electric crystal film -- the stress of the piezo electric crystal film -- the time of membrane formation, an EQC, or the direction of tension -- ** -- it can become large. The effectiveness that the piezo-electric property of the piezo electric crystal film improves, and excluded volume improves by this is done so.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] It is the decomposition perspective view of the ink jet type recording head concerning 1 operation gestalt of this invention.
[Drawing 2] It is drawing showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 1 of this invention, and is the top view and sectional view of drawing 1 .
[Drawing 3] It is drawing showing the modification of the closure plate of drawing 1 .
[Drawing 4] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the thin-film-fabrication process of the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 6] The piezo electric crystal active section of this operation gestalt is drawing showing the state of stress received at the time of pressure generating room formation.
[Drawing 7] The conventional piezo electric crystal active section is drawing showing the state of stress received at the time of pressure generating room formation.
[Drawing 8] It is the important section sectional view showing the ink jet type recording head modification concerning the operation gestalt 1 of this invention.
[Drawing 9] It is drawing showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 2 of this invention, and a B-B' line sectional view and (c of the (a) top view and (b)) are C-C' line sectional views.
[Drawing 10] It is the mimetic diagram having shown deformation of the diaphragm concerning the operation gestalt 2 of this invention.
[Drawing 11] It is drawing showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 3 of this invention, and a D-D' line sectional view and (c of the (a) top view and (b)) are E-E' line sectional views.
[Drawing 12] It is the top view and sectional view showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 4 of this invention.
[Drawing 13] It is the sectional view showing the modification of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 4 of this invention.
[Drawing 14] It is the top view and sectional view showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 5 of this invention.
[Drawing 15] It is the mimetic diagram having shown deformation of the diaphragm concerning the operation gestalt 5 of this invention.
[Drawing 16] It is the top view and sectional view showing the modification of the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 5 of this invention.
[Drawing 17] It is the perspective view showing the ink jet type recording head concerning the operation gestalt 6 of this invention.
[Drawing 18] It is the decomposition perspective view showing the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.
[Drawing 19] It is the sectional view showing the ink jet type recording head concerning other operation gestalten of this invention.
[Drawing 20] It is the schematic diagram of the ink jet type recording device concerning 1 operation gestalt of this invention.
[Description of Notations]
10 Passage Formation Substrate
12 Pressure Generating Room
50 Elastic Membrane
51 Tension Film

52 Slot
53 Compression Film
60 Bottom Electrode Layer
70 Piezo Electric Crystal Film
80 Upper Electrode Layer
90 Insulator Layer
100 Lead Electrode
300 Piezoelectric Transducer
310 Middle Segment
320 Piezo Electric Crystal Active Section
325,325A Crevice

[Translation done.]